



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Grado de reproducibilidad de la posición natural de la
cabeza en fotografías de perfil utilizando tres métodos
de registro fotográfico**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Alvaro Gabriel CHACÓN MONTALVÁN

ASESOR

Luciano Carlos SOLDEVILLA GALARZA

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Chacón A. Grado de reproducibilidad de la posición natural de la cabeza en fotografías de perfil utilizando tres métodos de registro fotográfico [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2017.



1453

11-83

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
VICE DECANATO ACADÉMICO
UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE



ACTA

Los Docentes que suscriben, reunidos el siete de diciembre del 2017, por encargo de la Sra. Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista del Bachiller :

CHACÓN MONTALVÁN, Alvaro Gabriel

CERTIFICAN:

Que, luego de la Sustentación de la Tesis **GRADO DE REPRODUCIBILIDAD DE LA POSICIÓN NATURAL DE LA CABEZA EN FOTOGRAFÍAS DE PERFIL UTILIZANDO TRES MÉTODOS DE REGISTRO FOTOGRÁFICO** y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de aprovechamiento..... **SOBRESALIENTE**....., siendo calificado con un promedio de:..... **Diecinueve**.....

(en letras)

..... **19**.....
(en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los siete días del mes de diciembre del dos mil diecisiete.

PRESIDENTE DEL JURADO

Mg. Tomás Oriel Orellana Manrique

MIEMBRO

Mg. María Elena Nunez Lizarraga de Becerra

MIEMBRO (ASESOR)

C.D. Esp. Luciano Carlos Soldevilla Galarza

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:

Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)

Criterios : Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

MIEMBROS DEL JURADO

- ✓ **PRESIDENTE:** Mg. C.D. Tomás Oriel Orellana Manrique
- ✓ **MIEMBRO:** Mg. C.D. María Elena Núñez Lizárraga
- ✓ **MIEMBRO ASESOR:** C.D. Esp. Luciano Carlos Soldevilla Galarza

DEDICATORIA

A mi madre Marilú, quien con mucho amor y dulzura siempre estuvo a mi lado en cada momento de mi vida. Su apoyo incondicional fue el pilar más importante en mi formación como profesional.

A mi padre Alfredo, quien supo siempre orientarme y motivarme para no desfallecer en mis metas.

A mis hermanos Edith, Sheyla, Luis y Erick; quienes siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo.

Los amo con todas las fuerzas de mi vida y sin ustedes nada sería igual.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a mi asesor, el Dr. Luciano Carlos Soldevilla Galarza; primero, por darme la oportunidad de trabajar con él; segundo, por el gran apoyo y orientación en el planeamiento y ejecución de este proyecto y tercero, por todas las enseñanzas. No solo lo considero un maestro y orientador, sino también un amigo, Estoy en deuda con él por todo lo recibido.

Al Dr. Tomás Oriel Orellana Manrique y a la Dra. María Elena Núñez Lizárraga, miembros del jurado evaluador y calificador, quienes me orientaron en la elaboración del presente estudio.

A mi familia, quienes fueron importantes por su apoyo y confianza en mí. Gracias Malú, por todo el amor de madre y cariño que me das; tus besos y abrazos son alicientes para seguir consiguiendo las metas que me propongo. Gracias papá, Alfredo, por cada consejo tuyo, pues siempre me han servido y enseñado a levantarme en cada tropiezo. A ustedes dos les debo todo, muchas gracias. Gracias Edith, Sheyla, Luis y Erick; cada uno de ustedes es un modelo a seguir y estoy orgulloso de todo lo que conseguimos.

Gracias Pamela Vilcapoma, tú eres esa persona que llegó a mi vida en el momento preciso y que con tu amor esbozas siempre una sonrisa positiva en mí. Quiero que cada meta que nos tracemos siempre sigamos yendo de la mano.

Por último pero no menos importante, gracias Adara Flores, tu apoyo en mi trabajo de investigación fue muy importante. Eres de esas amistades que deben perdurar por siempre.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el grado de reproducibilidad de la posición natural de la cabeza (PNC) en fotografías de perfil utilizando tres métodos de registro fotográficos y la concordancia de método entre estos. Los participantes en este estudio fueron 100 estudiantes de 18 a 28 años de edad con biotipo mesofacial y perfil recto; donde cada participante fue fotografiado en 4 tiempos distintos con los tres métodos distintos. La reproducibilidad de la PNC y concordancia de método se evaluó mediante la comparación del ángulo entre la línea E de Ricketts y la vertical verdadera (VV) utilizando el software AutoCAD. Para analizar los resultados se analizó la desviación estándar, el coeficiente de Dahlberg, el coeficiente de reproducibilidad y la correlación de Pearson. Los resultados de los 3 métodos de registro fotográfico de la PNC resultaron ser adecuados sin diferencias estadísticamente significativas. El método más reproducible en un tiempo corto fue el del espejo (Coef. Dahlberg 1.03°) y mediano tiempo el método de autobalance más espejo fue el más reproducible (Coef. Dahlberg 1.09°). Se obtuvo una buena concordancia de métodos entre los métodos de autobalance y autobalance más espejo (Coef. Dahlberg 1.88°). Para evaluar la reproducibilidad, el coeficiente de reproducibilidad y su correspondiente representación gráfica fueron los más apropiados. Esto proporciona un intervalo suficientemente amplio (95%) para permitir una evaluación clínica suficiente del método en comparación con el coeficiente de Dahlberg, que representa un intervalo del 52%.

Palabras clave: posición natural de la cabeza, reproducibilidad, concordancia de método.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the degrees of reproducibility of natural head position (NHP) in profile photography using three photographic recording methods and the method agreement between them. The participants in this study were one hundred 18 to 28 year old students with mesofacial biotype and straight profile; where each participant was photographed in 4 different times with the three different methods. The reproducibility of NHP and method agreement was evaluated by comparing the angle between the Ricketts E line and the true vertical (TV) using the AutoCAD software. To analyze the results, the standard deviation, the Dahlberg coefficient, the reproducibility coefficient and the Pearson correlation were analyzed. The results of the 3 photographic recording methods of NHP were found to be adequate without statistically significant differences. The most reproducible method in a short time was that of the mirror (Dahlberg coefficient 1.03 °) and medium time the method of autobalance plus mirror was the most reproducible (Dahlberg coefficient 1.09 °) There was a good agreement of methods between the methods of self balance and self balance plus mirror (Dahlberg coefficient 1.88 °). To evaluate the reproducibility, the coefficient of reproducibility and its corresponding graphic representation were the most appropriate. This provides a sufficiently wide interval (95%) to allow a sufficient clinical evaluation of the method compared to the Dahlberg coefficient, which represents a 52% interval.

Key words: natural head position, reproducibility, method agreement.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
2.1.	ÁREA PROBLEMA	13
2.2.	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	13
2.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
2.4.	OBJETIVOS:.....	14
2.4.1.	Objetivo general:.....	14
2.4.2.	Objetivos específicos:	14
2.5.	JUSTIFICACIÓN	15
2.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	15
III.	MARCO TEÓRICO	16
3.1.	ANTECEDENTES	16
3.2.	BASES TEÓRICAS.....	26
3.2.1.	Posición natural de la cabeza	26
3.2.2.	Fotografía Clínica en Odontología	38
3.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	43
3.4.	HIPÓTESIS	44
3.4.1.	Hipótesis General	44
3.4.2.	Hipótesis Específicas	44
3.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
IV.	METODOLOGÍA.....	46
4.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	46
4.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	46
4.2.1.	Población	46
4.2.2.	Muestra	46
4.2.3.	Criterios de inclusión	47
4.2.4.	Criterios de exclusión	47
4.2.5.	Unidad de Análisis.....	47

4.3.	PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICA	47
4.3.1.	Selección de la muestra	47
4.3.2.	Tiempos de estudio	48
4.3.3.	Método para realizar los registros fotográficos:	48
4.3.4.	Método para el análisis de las fotografías.	51
4.4.	PROCESAMIENTO DE DATOS	52
4.4.1.	Análisis estadístico	52
V.	RESULTADOS	56
VI.	DISCUSIÓN.....	66
VII.	CONCLUSIONES	70
VIII.	RECOMENDACIONES	71
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	72
X.	ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de la literatura sobre la reproducibilidad de la PNC.	34
Tabla 2: Operacionalización de variables	45
Tabla 3: Ángulo línea E / VV	57
Tabla 4: Reproducibilidad de la PNC. Métodos fotográficos (tiempos 1, 2, 3, 4)	58
Tabla 5: Reproducibilidad de la PNC. Métodos fotográficos (tiempos 1 y 2)	59
Tabla 6: Análisis de concordancia de método	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plano de distribución del equipamiento	49
Figura 2: Ángulo línea E / VV	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de caja y bigote del ángulo línea / VV con respecto al género	57
Gráfico 2: Comportamiento de las medidas del ángulo línea E / VV en el método de registro del espejo	60
Gráfico 3: Comportamiento de las medidas del ángulo línea E / VV en el método de registro del espejo	61
Gráfico 4: Comportamiento de las medidas del ángulo línea E / VV en el método de registro de autobalance más espejo	62
Gráfico 5: Dispersión de Bland y Altman entre el método del espejo y de autobalance.	63
Gráfico 6: Dispersión de Bland y Altman entre el método del espejo y de autobalance más espejo	64
Gráfico 7: Dispersión de Bland y Altman entre el método de autobalance y de autobalance más espejo	65

ANEXOS

ANEXO N°1: Consentimiento informado para la investigación.....	78
ANEXO N°2: Fotografías del equipamiento para el trabajo de investigación.....	79
ANEXO N°3: Pruebas de normalidad multivariada del ángulo entre línea E y VV para cada método como para el total.....	80
ANEXO N°4: Gráficos de normalidad multivariada del ángulo entre línea E y VV para cada método como para el total.....	81
ANEXO N°5: Test de varianzas y test t pareado para el error intraindividual.....	82
ANEXO N°6: Test t de medias para el ángulo entre la línea E y VV.....	83

I. INTRODUCCIÓN

El deseo de mejorar la estética facial es uno de los principales motivos por lo que las personas buscan un tratamiento ortodóncico u orto-quirúrgico; para lo cual es importante un diagnóstico que sea preciso y confiable; donde el análisis facial es clave para este fin; pues como sabemos las complicaciones casi siempre se originan en errores de diagnóstico y no necesariamente de fallas en la ejecución del tratamiento.

Para el registro ya sea de fotografías de perfil o radiografías cefalométricas habitualmente se han utilizado líneas de referencias intracraneales como el plano de Frankfort donde este debe ser paralelo al suelo. Sin embargo numerosos estudios realizados han demostrado que este plano no es paralelo al suelo cuando se toma como referencia la posición natural de la cabeza (PNC) del individuo; aquella que el paciente mantiene en su vida cotidiana.

En la actualidad, la ortodoncia como la cirugía ortognática valora y da mayor importancia al diagnóstico clínico, fotográfico y cefalométrico, ya que el conocimiento profundo del problema facilitará planificar y aplicar un tratamiento adecuado. Es por ello que la PNC es una posición útil en el diagnóstico ortodóncico pues proporciona una referencia extracraneal válida para estudiar la estética facial y comparar a largo plazo la evolución y control del tratamiento. Pero, pese a la importancia de esta posición, todavía no existen un consenso claro sobre qué método es el más adecuado para obtener y registrar la PNC; esto nos ha llevado a preguntarnos qué método es el más reproducible en el registro de la PNC.

En este contexto, fue menester evaluar la reproducibilidad de la PNC utilizando tres diferentes métodos de registro fotográfico, determinar el grado de reproducibilidad con cada método y evaluar la concordancia entre los métodos.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. ÁREA PROBLEMA

En el campo de la ortodoncia, ortopedia maxilar y los tratamientos combinados orto-quirúrgicos han evolucionado en los últimos años, pero es indiscutible que el punto de partida de los tratamientos sigue siendo un adecuado diagnóstico⁵; y es así que los análisis complementarios son importantes para el éxito del tratamiento; siendo el análisis facial fotográfico, tanto frontal como de perfil, y el análisis cefalométrico trascendentales para el diagnóstico, control y evolución del tratamiento.

Además, cuando se comparan y evalúan los cambios acontecidos en individuos con o sin maloclusiones en tratamientos ortodóncicos; o para evaluar los cambios acontecidos debidos a tratamientos ortopédicos u orto-quirúrgicos, se requieren planos de referencias fiables y estables.

Y es por eso que se está en constante búsqueda de métodos para afinar la precisión de los datos obtenidos, por lo que es de vital importancia tener planos de referencias no variables y reproducibles.

2.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Mayormente en el registro de fotografías de perfil y de radiografías laterales se toma como referencia planos intracraneales, tales como el plano de Frankfort. Pero algunos autores como Downs³¹ en los años 50 afirman que los puntos cefalométricos que definen estas líneas están sujetos a cambios durante el crecimiento y pueden tener una gran variabilidad interindividual, por lo que no es aconsejable utilizar en todos los casos las líneas de referencia intracraneales para el diagnóstico en la práctica clínica. En los últimos tiempos

se ha demostrado que el plano de Frankfort no es paralelo al piso cuando el paciente está en una posición natural de la cabeza.

La disciplina de tratamiento orto-quirúrgico ha incorporado de forma rutinaria el concepto de posición natural de la cabeza (PNC) como clave esencial en el diagnóstico y plan de tratamiento. Sin embargo, dicho concepto no se ha incorporado de la misma forma en el campo de la ortodoncia y ortopedia maxilar⁶.

La mayoría de las publicaciones describen las grandes ventajas del uso de la PNC y los grandes inconvenientes que derivan de la gran variabilidad de los planos intracraneales¹. Pero, pese a la importancia, no existe un consenso claro sobre qué método es el más adecuado para registrarla.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el grado de reproducibilidad de la posición natural de la cabeza (PNC) en fotografías de perfil utilizando tres métodos de registro fotográfico en los estudiantes de pregrado de la facultad de Odontología de Universidad Nacional Mayor de San Marcos?

2.4. OBJETIVOS:

2.4.1. Objetivo general:

Determinar el grado de reproducibilidad de la PNC en fotografías de perfil de los estudiantes de la facultad de Odontología de Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

2.4.2. Objetivos específicos:

- Identificar el grado de reproducibilidad de la PNC a través del método de registro del espejo.

- Identificar el grado de reproducibilidad de la PNC a través del método de registro de autobalance.
- Identificar el grado de reproducibilidad de la PNC a través del método de registro de autobalance más espejo.
- Determinar la concordancia de método entre los métodos de registro fotográfico de la PNC evaluados.

2.5. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la ortodoncia como la cirugía ortognática valora y da mayor importancia al diagnóstico clínico, fotográfico y cefalométrico, ya que el conocimiento profundo del problema facilitará planificar y aplicar un tratamiento adecuado. Es por ello que la PNC es una posición útil en el diagnóstico ortodóncico pues proporciona una referencia extracraneal válida para estudiar la estética facial y comparar a largo plazo la evolución y control del tratamiento.

En este contexto es menester investigar acerca de los métodos de registro más reproducibles de la PNC que permitan realizar un correcto análisis facial, con la finalidad de establecer más adelante un protocolo específico para registro de la PNC en fotografías como en radiografías laterales.

2.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Dificultad del estudiante para posicionarse en posición natural de la cabeza, debido a causantes como el estrés.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES

Latif, VB et al (2015)¹ tuvieron como objetivo verificar la reproducibilidad intraindividual de la PNC en relación céntrica (RC) y probar las diferencias interindividuales en el plano horizontal de Frankfort (HF) y la línea sellasion (SN) con respecto a la horizontal verdadera (HV) en 116 pacientes entre los 18 y 40 años de edad con relación de Angle clase I y relación esquelética clase I. Tomaron 2 radiografías (T1 y T2) con intervalo de una semana donde previamente realizaron un registro de la relación céntrica con la técnica Roth y la PNC se registró con el método de Solow y Tallgren (autobalance) adicionando un anteojo con un nivel de fluido y mirando al espejo. Para evaluar la reproducibilidad de la PNC se tomaron valores lineales de 6 puntos de referencia en relación de la vertical verdadera (VV) que pase por Nasion. Tuvieron como resultados que no hay diferencias significativas entre las valores de T1 y T2, los que sugieren que la reproducibilidad de todos los parámetros fue alta. Con respecto a la media de los ángulos entre el plano HF y la línea SN con la HV hay una desviación significativa. Concluyeron que hay una reproducibilidad intraindividual de la PNC en RC en adultos ($p < 0,001$) y que existe una variabilidad interindividual del plano HF y de la línea SN a HV ya que los valores obtenidos se desvían significativamente de los valores normales.

Rodriguez, T (2013)² realizó un estudio clínico de la PNC mediante un análisis fotométrico del perfil facial de 51 personas entre los 19 y 59 años de edad. Los registros fotográficos fueron realizados en 5 momentos considerando algunas variables que puedan alterar la reproducibilidad como variables tiempo, podal, oclusal, visual, sexo, patrón facial y clase

esquelética. Concluyó que las líneas de referencia basadas en la PNC presentan una variabilidad interindividual menor que la de los planos de referencia intracraneales, demostrando que existe una buena reproducibilidad de la PNC donde el método de espejo fue el más reproducible (error de método $1,82^\circ$, media $2,22^\circ$ y D.E. $0,57^\circ$) y el menos reproducible fue el método de los ojos cerrados; con este resultado confirmó que la variable visual es la que tiene mayor influencia en la posición de la cabeza del individuo inclusive en el tiempo. Con respecto a la variable podal; el método con plantillas es el más reproducible y el método sentado, el menos y no existe diferencias significativas entre las fotografías realizadas con o sin plantillas. En cuanto a la variable oclusal, el método Meersseman es el más reproducible y el método reposo, el menor; el método contacto dentario no presenta estas diferencias. Con respecto a la variable sexo la PNC obtenida en los varones fue más reproducible que la obtenida en mujeres. Para el patrón facial la PNC registrada en individuos braquifaciales (inclinación horaria) es más reproducible que la registrada en los individuos con patrón mesofacial o dólicofacial (inclinación anti horaria). Y con respecto a la clase esquelética la PNC registrada en los individuos con clase I es más reproducible que la registrada en individuos con clase II y clase III.

Shetty, D et al (2013)³ evaluaron la variabilidad de los planos de referencia intracraneales en relación con la HV en PNC en 100 sujetos (50 varones y 50 mujeres) entre los 17 y 25 años de edad que tuvieran un perfil agradable y cumplan con los criterios de inclusión, se les realizó las tomas radiográficas y se repitió en 10 de ellos para evaluar la reproducibilidad de la PNC la cual se registró utilizando una combinación de los métodos de autobalance y del espejo, las siguientes medidas angulares fueron

evaluadas en los trazados cefalométricos: plano SN a HV, plano Basion – Nasion (Ba-N) a HV, plano HF a HV, plano Mandibular a HV, plano Oclusal Funcional a HV y plano bisector maxilo-mandibular a HV. Obtuvieron como resultado que la reproducibilidad de la PNC intraindividual es menos variable (más confiable) que la variabilidad interindividual de los planos de referencia craneofaciales relacionados con la HV; llegando a la conclusión que entre todos los planos de referencia estudiados, el plano HF está más cercano a la HV (media de $-1,06$ y D.E. de $3,19^\circ$ para hombres y una media de $-1,94^\circ$ y D.E. de $2,81^\circ$ para mujeres). La reproducibilidad de la PNC medida por la diferencia de la variable HF con la HV presentó un error de método de $0,42^\circ$ y por lo tanto podría ser recomendado como plano de referencia la HF, cuando las radiografías no se registraron en PNC.

Khan, AR et al. (2012)⁴ evaluaron y compararon la máxima reproducibilidad con la mínima variación de la PNC utilizando dos métodos; método del espejo y el método del dispositivo de nivel de fluido. Para ello tomaron dos series de radiografías laterales en 40 sujetos voluntarios utilizando los dos métodos de la obtención de la PNC, con un intervalo de tiempo de 2 meses. Observaron que el registro de la PNC con ambos métodos era reproducible sin ninguna diferencia estadísticamente significativa, pero el método más reproducible y con menos variación fue el método del dispositivo de nivel de fluido (Coef. de Dahlberg $1,0368$) a comparación del método del espejo (Coef. de Dahlberg $1,3636$).

Pie de Hierro, V et al. (2012)^{5,6} analizaron la reproducibilidad de la PNC utilizando 4 diferentes métodos en la misma muestra anterior, a los que se les realizó registros fotográficos en 4 momentos por cada método. Los métodos de registro fueron del espejo, corregida por el operador, a través del nivel sobre glabella y a través del nivel sobre el arco facial. Para

analizar la reproducibilidad de la PNC y concordancia de método se trazó el ángulo formado por la VV y la línea E. Concluyeron que existe una elevada reproducibilidad en la determinación de la PNC con los 4 métodos investigados (D.E. de 2,6 o inferior) utilizando registros fotográficos donde los métodos que utilizan el nivel de aire presentan mejores resultados de reproducibilidad (Coef. de Dahlberg 1,233 y 0,779), pero no presentaron mejores resultados de validez que el método del espejo (Coef. de Dahlberg 1,609) y método corregido por el operador (Coef. de Dahlberg 1,361).

Fattahi, HR et al (2012)⁷ tuvieron como objetivo investigar la reproducibilidad de la PNC en diferentes momentos del día y comparar la reproducibilidad de las fotografías de 70 personas entre 14 y 50 años de edad. Cada participante fue fotografiado dos veces en tres diferentes horas diferentes del día (mañana, mediodía y tarde) y después de un intervalo de 6 meses. La reproducibilidad de la PNC se evaluó mediante la comparación del ángulo entre la HV y el plano Ala – Tragus y se registró mediante el método del espejo. Para analizar los resultados se utilizó la prueba t de Student y el análisis de medidas repetidas. Para evaluar las diferencias entre el primer y el segundo conjunto de fotogramas, también se utilizó el coeficiente de Dahlberg. El análisis de la medida repetida no reveló diferencias estadísticamente significativas en la orientación de la PNC en diferentes momentos del día en las mediciones iniciales ($p = 0,15$) o después de un período de 6 meses ($p = 0,56$). El Coef. de Dahlberg para todos los participantes durante el período de 6 meses fue de 3,14 °. La prueba t pareada mostró diferencias significativas en la orientación de la PNC sólo en la mañana. Llegaron a la conclusión que la hora del día en que se toma la fotografía no afecta a la reproducibilidad de la NHP. Sin embargo, esta orientación era más estable en la tarde y al mediodía que en

la mañana. No se encontraron diferencias entre géneros. En conclusión, las mediciones de PNC con el plano Ala-Tragus fueron más estables que las mediciones basadas en planos de referencia intracraneales.

Bister, D et al (2002)⁹ realizaron un estudio de tres partes donde investigaron la reproducibilidad de la PNC usando radiografías y fotografías. El registro de la PNC fue mediante el método de autobalance más espejo y evaluaron los ángulos entre la línea V y E con VV. En la primera parte, se evaluó retrospectivamente la reproducibilidad de PNC en pacientes con dos cefalogramas con un intervalo de tiempo de 3 a 8 meses; se encontró que era menos favorable (Coef. de Dahlberg de 2,99 grados) que la mayoría de las otras investigaciones previas. Con el fin de minimizar la exposición a la radiación de los pacientes, se investigó la reproducibilidad de las fotografías y la concordancia del método entre las fotografías y los cefalogramas en la parte 2. La reproducibilidad de las dos fotografías fue deficiente (Coef. de Dahlberg de 2.71° y 2,49° grados). Sin embargo, la concordancia de método entre los cefalogramas y las fotografías tomadas al mismo tiempo fue bueno (Coef. de Dahlberg de 1,39° y 1.19°). Parece justificada la sustitución del método radiográfico por el método fotográfico para evaluar la reproducibilidad de la PNC. Cambiando el protocolo para lograr la PNC en la parte 3 del estudio mejoró la reproducibilidad sustancialmente (Coef. de Dahlberg de 1.41° y 1.47°grados). Se usaron varios métodos estadísticos para evaluar la reproducibilidad y la concordancia del método. La representación gráfica de Bland y Altman resultó ser la más apropiada para la concordancia de método. El coeficiente de Dahlberg, comúnmente utilizado para evaluar la repetibilidad y reproducibilidad de la PNC, no proporciona un intervalo lo suficientemente extremo como para permitir una evaluación clínica

suficiente de un método, en comparación con el coeficiente de reproducibilidad. Es decir, este último proporciona un rango del 95%, en comparación con el 52 % con Dahlberg.

Peng, L y Cooke, M (1999)¹⁰ publicaron los resultados de reproducibilidad más largos hasta la fecha. Se propusieron investigar la reproducibilidad clínica a largo plazo de los PNC y si era mayor que la variabilidad de los planos convencionales de referencia con respecto a la verdadera vertical. De la muestra original de 12 años de edad en el estudio de Cooke de 1988, se siguieron 20 sujetos y se realizaron cefalogramas repetidos 15 años después de la radiografía lateral inicial. El error del método (reproducibilidad de PNC) después de 15 años fue de 2,23 °, que se comparó favorablemente con la reproducibilidad de cinco años (error de método 3,0 °) y la reproducibilidad de cinco a diez minutos (error de método 1.9 °). La variabilidad intraindividual de la postura natural de la cabeza aumentó ligeramente a lo largo del tiempo. Después de 15 años, la variabilidad intraindividual del PNC (4,8 °) permanece significativamente menor que la variabilidad interindividual de los planos de referencia intracraneales a la verdadera vertical. Los autores concluyeron que los análisis cefalométricos basados en PNC por lo tanto permanecen válidos durante largos períodos de tiempo.

Lundström, A y Lundström, F (1995)¹¹ promovieron sus investigaciones en esta área introduciendo el concepto de "orientación natural de la cabeza" (ONC) como un método para registrar la posición natural de la cabeza. ONC se refiere a una orientación de la cabeza percibida por el clínico, basada en la experiencia general, como la posición natural de la cabeza en un cuerpo de pie y relajado y la postura de la cabeza, cuando el sujeto está mirando a un punto distante al nivel de los ojos. Su muestra de

27 pacientes de 10 a 14 años de edad se evaluó en ONC y el método fotográfico guiado por espejo en dos ocasiones, separadas 3 semanas. Encontraron que ONC era también un método válido de registrar la posición natural de la cabeza (error de método 1,8°).

Lundström, A et al (1992)¹³ evaluaron la reproducibilidad de la PNC midiendo la diferencia entre la línea N'-Pg' respecto a la HV de pares de fotos de perfil de 52 pacientes ortodóncicos consecutivos entre los 10 y 14 años de edad. Se tomaron dos fotografías laterales con los sujetos en PNC en ortoposición mirando sus propios ojos en un espejo y los dientes en oclusión céntrica; en un intervalo de tiempo que no se informó. Encontraron un error del método de unos 2° (1,8° en hombres), con lo que concluyen que la línea horizontal derivada de la PNC es una línea de referencia estable para el análisis cefalométrico. Los autores encuentran diferencias de 1° ($p < 0,01$) entre el primer y segundo registro, que indica una tendencia a que los niños subieran la cabeza en el segundo registro. Ampliaron el trabajo anterior en un artículo publicado en 1995.

Cooke, M (1990)¹⁴ siguió la muestra original del estudio de 1988 publicando los resultados de una evaluación longitudinal de cinco años de la reproducibilidad de la PNC. Mostró que la reproducibilidad de los PNC se deterioró con el tiempo, pero mostró signos de estabilización después de 1 a 1,5 años. Después de una a dos horas, el error del método fue 1,93 °, después de tres a seis meses 2,34 °, y 3,04° después de dos a cinco años. La variabilidad individual de la PNC también aumentó con el tiempo. Concluye que la reproducibilidad de la PNC se deteriora con el tiempo; pero, aun así, su variabilidad sigue siendo menor que la de los planos de referencia intracraneales.

Cooke, M y Wei, S (1988)¹⁵ en un primer estudio, utilizaron el ángulo SN/VV para valorar la reproducibilidad de la PNC con diferentes variables: uso de referencia externa (espejo) o posición de autobalance, y, en ambas, con o sin olivas del cefalostato. Estudió a 217 niños chinos de 12 años. Encuentra que la reproducibilidad de la posición es mejor cuando se usa el espejo como referencia visual externa (error de método 1,9°) que con la posición de autobalance (error de método 2,7°). Recomendando que un método es reproducible cuando el error de método o Coef. de Dahlberg < 1,5-2.

Sandham, A (1988)¹⁷ investigó la reproducibilidad del registro de la postura de la cabeza en radiografías cefalométricas laterales en 12 sujetos, 8 hombres y 4 mujeres de 8 a 15 años. Usó el método de Siersbaek-Nielsen para el registro, la disminución de la amplitud de la inclinación de la cabeza y finalmente, la reflexión de un espejo. Las radiografías fueron tomadas por un único radiólogo, con un lapso de tiempo de al menos una hora entre las películas primera y segunda. El error del método para la posición de la cabeza con respecto a un plano de referencia vertical verdadera (NSL / VV) fue de Dahlberg de 3,2 °, para la angulación craneocervical (NSL / OPT) fue 2,6 ° y para la tangente de vértebra cervical (NSL / CVT) fue 2,4°. Este estudio demuestra que existe una postura de postura de cabeza reproducible y se puede registrar con un error de método de sólo unos pocos grados.

Siersbaek-Nielsen, S y Solow, B (1982)¹⁸ investigaron la fiabilidad de un método que los auxiliares dentales podrían utilizar para el registro rutinario de PNC. El método de registro de la PNC se guio por el protocolo de Solow y Tallgren que implicaba una posición de autobalance y seguida por guía de espejo para corregir pequeñas inclinaciones de la cabeza. 30 sujetos de

edades comprendidas entre los 6 y los 15 años de edad fueron registrados en PNC en dos ocasiones distintas. El error del método para estas ocasiones separadas se calculó que era un valor de Dahlberg de 2,3° para la postura de la cabeza medida por SN / VV, 3,1 ° para la inclinación cervical (OPT / HV) y 3,4 ° para la angulación craneocervical (NSL / OPT). Los autores consideraron que este método produjo suficiente reproducibilidad para justificar el uso de PNC en la clínica de ortodoncia.

Solow, B y Tallgren, A (1971)¹⁹ investigaron la reproducibilidad de la PNC de autobalance y la PNC guiada por espejo en 120 estudiantes varones daneses de 22 a 30 años de edad. Todos los sujetos se situaban de pie en ortoposición. La radiografía con la posición de autobalance se obtenía pidiendo al paciente que realizara pequeñas oscilaciones de la cabeza, con una amplitud decreciente hasta llegar a una posición neutral. En este estudio se encontró que en la posición del espejo, las cabezas del sujeto se mantenían generalmente más altas que en la posición de autobalance. Adicionalmente, se demostró que ambas posiciones de cabeza podrían ser reproducidas sin error sistemático. La reproducibilidad del PNC en la posición de autobalance y de cabeza guiada por espejo fueron valores de Dahlberg de 2,48° y 1,43° respectivamente. Estos valores incluyen el error del método de transferir los puntos de referencia, que se encontró a notablemente bajo.

Moorrees, C y Kean, M (1958)²⁰ estudiaron la reproducibilidad de la PNC en mujeres norteamericanas distribuidas en dos grupos; el primero con 66 estudiantes de primer año y el segundo con 61 estudiantes de último año. Las mujeres estaban sentadas, no tenían soporte para la cabeza y se miraban en un espejo a los ojos. Se tomaron 2 telerradiografías a cada una con una semana de diferencia. La variabilidad de la PNC se determinó

mediante la fórmula de Dalhberg. Encontraron un error de método de $2,05^{\circ}$ en el primer grupo. El error de método en segundo grupo fue de $1,54^{\circ}$. La mayor precisión en el segundo grupo fue explicada por el hecho de que se corrigieron las posiciones de la cabeza que no parecían naturales (posición de la cabeza corregida).

Bjerin, R (1957)²¹ evaluó objetivamente la reproducibilidad de la PNC estudiando el error de método de la PNC tras registrarla en 35 individuos de pie y sentados en tres ocasiones diferentes. Encontró un error de método de $2,26^{\circ}$ con una desviación estándar de $1,34^{\circ}$ en los individuos de pie y el error de método para los individuos sentados es de $2,73^{\circ}$ con una desviación de $1,62^{\circ}$.

3.2. BASES TEÓRICAS

3.2.1. Posición natural de la cabeza

3.2.1.1. Concepto sobre la PNC

Posición natural de la cabeza

La posición natural de la cabeza (PNC) fue definida por los antropólogos, Broca²² (1862) y Von Baer²³ (1861), como la posición de la cabeza cuando el plano visual del individuo de pie queda horizontal o paralelo al suelo. Este concepto fue presentado como una guía de craneología para orientar cráneos secos para su análisis. Desde entonces, la definición de PNC ha sido modificada ligeramente y presenta pequeñas diferencias según los autores. Aunque el concepto es básicamente el mismo, se han añadido detalles en los métodos de registrarla.

Ya en 1958, Moorrees²⁰ definió la PNC como una orientación estándar de la cabeza que se consigue mirando a un punto a distancia, a la altura de los ojos; donde un ambiente óptimo para registrarla sería mirando una puesta de sol en la playa.

En el mismo año Molhave²⁴ describe a la posición de transición entre estar de pie parado y comenzar a caminar como "ortoposición". Tal vez esto implique una postura con más flexión del cuello que la extensión (es decir, la cabeza posicionada hacia abajo).

Por otro lado, en 1971 Solow y Tallgren¹⁹ llamaron la atención sobre la necesidad de definir primero postura corporal y cervical sobre la que la posición de la cabeza se superpone; para eso tomaron el concepto de ortoposición de Molhave. Estos autores desarrollaron el concepto de la

postura de equilibrio individual o postura de equilibrio propio para determinar la posición de la cabeza. Consiste en que el sujeto encuentre su propia posición postural donde esté más cómodo; los individuos tensos pueden llegar a esta posición haciendo pequeñas oscilaciones de la cabeza hacia delante y hacia atrás, con una amplitud decreciente, hasta que encuentran la posición más neutral. Es conocida también como *posición de autobalance*.

Rocabado²⁵, por su parte, introduce el término de *posición habitual verdadera*, con el fin de poder valorar alteraciones de la biomecánica cervical en las telerradiografías.

En 1992, Lundström y Lundström¹¹, basándose en la tesis de Loreille²⁶ (1975), definen la posición natural de la cabeza como un pequeño rango de posiciones alrededor de la posición intermedia de cada individuo.

En la misma línea, algunos autores piensan que la PNC es un concepto dinámico, ya que la musculatura y el esqueleto determinan la posición de la cabeza. Sugieren que la postura muscular constituye un estrecho rango de posiciones que está controlada por las contracciones asincrónicas de las unidades motoras individuales. Por lo tanto, y según estos autores, la PNC debe ser registrada idealmente de manera continua y dinámica.

Postura natural de la cabeza

Este concepto se refiere a la relación fisiológica del cráneo con la columna cervical. Por lo tanto, es dictada por la postura muscular y la respuesta a las condiciones fisiológicas y ambientales. La variación en la postura de la cabeza se ha asociado con la función respiratoria y la morfología craneofacial.

Schmidt²⁷ en 1876 afirmó que la postura natural de la cabeza con los ojos focalizados en el horizonte estaba determinada por el control muscular. Esto puede ser consistente con los hallazgos de Von Ihering²⁸ que reportaron la mayor consistencia en posición natural de la cabeza por estar en "personas musculares e inteligentes". Este control muscular se refleja en la angulación que hace la cabeza de un individuo con la columna cervical subyacente que la sostiene. Las primeras investigaciones sobre este aspecto fueron las de Solow y Tallgren¹⁹.

Orientación natural de la cabeza

Esta orientación fue ilustrada por primera vez por Moorrees y Kean²⁰ quienes corrigieron a esos sujetos con "tensión" en su posición natural de la cabeza. La orientación natural de la cabeza (ONC), descrita más adelante por Lundström y Lundström¹¹, se define como la orientación de la cabeza del sujeto percibida por el clínico, basada en la experiencia clínica, como la posición natural de la cabeza en un cuerpo donde el sujeto está mirando un punto distante a nivel de los ojos. Ellos abogaron por el uso de una posición natural de la cabeza estimada por el operador para corregir a determinados pacientes que adoptan una posición natural de la cabeza exagerada.

Sin embargo, Halazonetis²⁹ encontró que la PNC estimada estaba influenciada por la morfología craneofacial (particularmente la posición del mentón), lo que resultó en una subestimación de la verdadera discrepancia esquelética por parte del especialista. Por lo tanto, la validez de ONC o PNC estimada puede ser cuestionable.

3.2.1.2. Métodos de registro de la PNC

La definición de Broca de la posición natural de la cabeza en 1862 proporcionó la base para que los investigadores subsiguientes registraran la posición natural de la cabeza donde el sujeto "está parado y su eje visual es horizontal"²².

El uso de verdaderos planos de referencia extracraneales como la línea vertical verdadera (VV) y línea horizontal verdadera (HV), en el análisis cefalométrico o fotográfico requiere una posición de la cabeza que sea fácilmente aplicable, reproducible y que sea la mejor representación de la orientación de la cabeza en la vida real. Adicionalmente, la posición de cabeza registrada debe relacionar el cráneo y la columna cervical en una posición normal y fisiológicamente habitual. Esto requeriría una coordinación reproducible de la musculatura de la cabeza y del cuello para producir tal posición.

Una de las primeras técnicas para registrar la PNC fue descrita por Von Baer²³ en 1861. Los sujetos son instruidos para sentarse cómodamente y relajarse en un taburete. Al hacerlo, se les pide que miren a la imagen de sus ojos en un espejo redondo ubicado al mismo nivel que las pupilas de sus ojos.

La mayoría de los investigadores posteriores han utilizado una adaptación de esta técnica original. En 1912, Luthy³⁰, un conocido antropólogo, también usó una *técnica del espejo* delante de un sujeto sentado que fue instruido a mirar a sus propios ojos.

La primera publicación ortodóncica relacionada con el PNC la realiza Downs³¹ en 1956, donde fotografió 100 perfiles laterales de cabeza de los niños mientras estaba de pie y mirando a sus propios ojos en un

espejo. Propuso tener al sujeto de pie y mirando un objeto distante ilustrando que las discrepancias entre los tipos faciales desaparecen cuando se hace una corrección para aquellas personas cuyo plano de Frankfort no es horizontal. En otras palabras, Downs ajustó sus valores normativos para el prognatismo por la cantidad de desviación de la referencia del Plano de Frankfort de la HV.

En 1971, Solow y Tallgren¹⁹ publicaron un artículo comparando el método de registro *guiado por el espejo* y el método de registro de la *posición de autobalance* en telerradiografías laterales. Se realizaron radiografías de 120 sujetos en un cefalostato modificado con sorprendente similitud con el de Moorees y Kean²⁰; donde todos los sujetos estaban de pie en *ortoposición* y se les pidió que realizaran pequeñas oscilaciones de la cabeza con una amplitud decreciente hasta llegar a una posición neutral. A continuación, se obtenía la radiografía con el paciente mirándose a los ojos.

Siersbæk-Nielsen y Solow¹⁸ en 1982 utilizaron una combinación del método de espejo y el método de autobalance en un estudio sobre la variabilidad entre examinadores de la postura de la cabeza registrada por los auxiliares dentales. Para este estudio se obtuvo la ortoposición en 30 sujetos caminando in situ y disminuyendo las amplitudes de inclinación de la cabeza realizadas hasta obtener una posición de autobalance; después de esto, se insertaron las varillas auriculares del cefalostato y se les indicó a los pacientes que miraran sus ojos en un espejo, luego la película quedó expuesta.

Showfety³² en 1983 fue el primero en introducir un dispositivo de nivel de fluido, como un medio para reproducir la PNC, de un sujeto al

cefalostato al tomar una exposición lateral a la película de cabeza. Este dispositivo utiliza la superficie del líquido siempre horizontal en un sistema hidrostático no acelerante de tal manera que la superficie se alinea perpendicularmente a la fuerza de la gravedad. Este pequeño dispositivo de fluido se montó en un pequeño soporte de pivote y, unido a la sien del sujeto con cinta de doble cara. El nivel de fluido se ajusta entonces en horizontal (HV) para corresponder con la PNC.

Siguiendo a autores anteriores que usaron un registro fotográfico de la PNC, Lundström y Lundström¹³ en 1992, fueron los primeros en publicar un método fotográfico para transferir PNC a una película cefalométrica lateral. Esta técnica implicó a 52 sujetos en PNC al situarse en ortoposición, mirando a sus propios ojos en un espejo vertical a 1 m de distancia, y los dientes en oclusión céntrica ligera. Se utilizó una plomada para reflejar la vertical verdadera en fotografías. Se transfirió una línea horizontal perpendicular a la plomada vertical de cada fotografía a la correspondiente radiografía de cabeza lateral. Estos mismos autores¹¹ promovieron sus investigaciones en esta área introduciendo el concepto de "orientación natural de la cabeza" como un método para registrar la posición natural de la cabeza estimada. ONC se refiere a una orientación de la cabeza percibida por el clínico, basada en la experiencia general.

Preston³³ en 1997 investigó la relación entre la PNC y la postura de la cabeza medida durante el caminar mediante el uso de un inclinómetro. El inclinómetro es un dispositivo comercialmente disponible que utiliza un potenciómetro de precisión sin contacto para medir continuamente los cambios de inclinación alrededor de un solo eje de rotación. En un par de gafas, el inclinómetro estaba fijado a un brazo y un contrapeso al

otro brazo. Luego se registró la PNC con sujetos que llevaban las gafas; este método no es tan válido para el registro fotográfico ya que no permite un análisis facial correcto.

En resumen, es evidente que desde los primeros trabajos de Von Baer el método guiado por el espejo para el registro de la PNC de una forma u otra parece ser un método aceptado. El método de registro de la PNC guiada por un espejo es ampliamente aceptado Solow y Tallgren adicionando el método de la posición de autobalance. Algunos autores han aumentado la complejidad del método de espejo combinándola con el método de autobalance, añadiendo niveles de fluido y gafas con inclinómetro; donde estos últimos pueden afectar adversamente los resultados distrayendo inadvertidamente a los sujetos o no permitiendo un análisis facial correcto.

3.2.1.3. Reproducibilidad de la PNC

De acuerdo con la norma ISO 5725³⁴ (1994), la reproducibilidad se refiere a condiciones de ensayo cuyos resultados son obtenidos con el mismo método e idénticas condiciones de ensayo, pero en diferentes centros, con diferentes operadores y utilizando diferentes equipos. Ya que el intervalo de tiempo juega un papel importante en la definición de repetibilidad y reproducibilidad, el término más adecuado en el estudio es el de reproducibilidad para evaluar la variabilidad de la PNC en el tiempo. La reproducibilidad de la PNC describe efectivamente la variabilidad intraindividual de la posición de cabeza registrada en dos o más ocasiones sucesivas. Normalmente se cuantifica observando la diferencia angular entre HV o VV y un plano de referencia elegido en dos o más ocasiones.

Existe cierto grado de confusión en la interpretación de la reproducibilidad de la PNC encontrada en la literatura, debido a la utilización de diferentes índices estadísticos para medirla. Los índices más frecuentemente encontrados son la desviación estándar y el error del método (coeficiente de Dahlberg³⁵). También debido a la utilización de diferentes índices estadísticos, es complicado comparar los resultados entre distintas investigaciones. Sorprendentemente, la mayoría de los estudios de error del método de la PNC (o reproducibilidad) muestran resultados similares.

En resumen, existe evidencia sustancial en la literatura ortodóncica que sugiere que la PNC es clínicamente reproducible. Esto se ha resumido en la Tabla 1. Desde los primeros trabajos de los años cincuenta hasta el presente, todos los estudios sobre la reproducibilidad de los PNC tienen resultados muy similares. Sin embargo, antes de aceptar la validez de tales resultados, hay que tener en cuenta que la mayoría de los estudios de reproducibilidad comparan la línea silla-nasion o plano de Frankfort con la verdadera vertical. Por lo tanto, el resultado de reproducibilidad sólo es válido si hay una remodelación mínima de los puntos intracraneales de tal manera que la orientación relativa no cambie con el tiempo.

Tabla 1. Resumen de la literatura sobre la reproducibilidad de la PNC.

Autor y año	n	Error de método (°)	Media (°)	D.E. (°)
Bjerin, 1957	35		2.26	1.34
Moorrees y Kean, 1958	66	2.05		
Carlson y Leijon, 1960	17	4.6		
Solow y Tallgren, 1951	21	1.43		
Siersbaek-Nielsen y Solow, 1982	30	2.25		
McWilliam y Rausen, 1982	15	1.8		
Lyuk, 1986	18	4.9		
Cole, 1988	8	2.18		
Cooke y Wei, 1988	217	1.9		
Sandham, 1988	12	3.2		
Cooke, 1990	30	3.04		
Lundström, 1992	52	2		
Huggare, 1993	33	1.6		
Lundström y Lundström, 1995	27	1.8		
Peng y Cooke, 1999	20	2.23		
Bister, 2002	37	1.47		
Usumez y Orhan, 2003	20	1.1		
Barbera, 2008	40	0.52		
Pie de Hierro, 2012	51	1.6		
Khan, 2012	40	1.36		
Shetty, 2013	100	0.4245	-1.94	2.8
Rodriguez, 2013	51	1.82	2.22	0.57
Latif, 2015	116	1.16		

Fuente: Rodriguez Ramírez T. Estudio clínico de la posición natural de la cabeza mediante análisis fotométrico del perfil facial. [Tesis doctoral]. Madrid. Universidad Complutense de Madrid; 2013.

3.2.1.4. Factores que pueden influir en la PNC

La PNC es dinámica en su naturaleza. Los individuos varían su postura de la cabeza y la PNC dependiendo de las demandas fisiológicas y ambientales. Varios factores parecen afectar la PNC.

a. Morfología craneofacial

Björk^{36, 37} en 1955 y 1960 y Brodie³⁸ en 1971 se refieren a la tendencia de la postura de la cabeza para camuflar su morfología. Bench³⁹ en 1963 informó que el cuello estaba curvado en tipos braquiocefálicos y relativamente rectos en tipos dolicocefálicos. Solow y col^{19, 40, 41} en sus estudios sobre la PNC, encontraron que los sujetos que tienen el ángulo cráneo-cervical disminuido muestran, en general, una altura facial anterior disminuida, con un mayor prognatismo mandibular y una menor inclinación del plano mandibular. Por el contrario, los sujetos que tienen el ángulo cráneo-cervical aumentado muestran, en general, una altura facial anterior aumentada, con un mayor retrognatismo mandibular y una mayor inclinación del plano mandibular. Concluyen que la variabilidad en la postura craneocervical parece estar especialmente relacionada con el desarrollo mandibular.

b. Desarrollo mandibular

Lundström et al¹³ observó la tendencia de algunos pacientes a enmascarar el mentón; donde pacientes con prognatismo mandibular hacían un giro horario y con retrognatismo un giro antihorario de la cabeza con la finalidad de camuflar su perfil. Ahangar y Kachoei⁴² en su estudio observó que existe una tendencia de extensión de la cabeza en pacientes Clase II y una flexión de la cabeza en pacientes clase III.

c. Posición corporal.

Los estudios publicados sobre la PNC se han realizado tanto en individuos de pie como sentados. La gran mayoría de la literatura relacionada con la postura natural de la cabeza y la PNC las relacionan con la posición estática mientras está de pie o sentado. Sin embargo, parece que la postura de la cabeza no es en absoluto estática en la vida real, sino una gama de orientaciones de la cabeza sobre una orientación media de la cabeza.

Moorrees y Kean²⁰ encontraron que la posición de la cabeza en individuos de pie estaba menos inclinada hacia atrás que la posición de la cabeza cuando los individuos estaban sentados.

Ferrario et al⁴³, en un estudio con fotografías, demostraron que el ángulo entre el plano de Frankfurt y la vertical verdadera en hombres jóvenes era de 13° de pie y de 5° sentados; en mujeres, 13° de pie y 8° sentadas. Esto significa que las personas miran más hacia abajo cuando están de pie.

Según esto, la PNC muestra una variabilidad que depende de la posición corporal y del sexo, por lo que se necesita reevaluar cuidadosamente los protocolos para la obtención de la PNC, incluyendo la posición corporal.

d. Visión

Se ha demostrado que la posición de la cabeza también depende de la visión. Por su propia definición, la PNC se obtiene cuando el individuo tiene su eje visual horizontal, por lo que la ausencia de visión ha de tener influencia en su determinación.

Fjellvang y Solow⁴⁴ en un estudio de la posición natural de la cabeza en 30 sujetos ciegos y un grupo control de 171 estudiantes de

odontología. En promedio, los sujetos ciegos mostraron más variación en la postura de la cabeza. Observaron que la cabeza se inclinaba hacia abajo significativamente unos 4,3°, comparado con un grupo control. La angulación cráneo-cervical, sin embargo, no mostraba diferencias significativas entre los grupos. Sugieren que esto es debido al efecto de la pérdida del fino ajuste visual en la posición de la cabeza, mientras que la angulación cráneo-cervical se mantiene por otros mecanismos.

e. Sexo

Scougall et al⁴⁵ en 2008 observan una tendencia a que el sexo femenino dirija la cabeza ligeramente hacia arriba y atrás respecto a los hombres. Esta observación también la realizan Solow y Tallgren¹⁹, quienes argumentaron que las mujeres, por razones de tipo social, adoptarían una postura de mayor extensión de la cabeza y, contrariamente, los hombres generalmente adoptarían una postura más relajada.

Cooke, por su parte, no encuentra diferencias estadísticamente significativas entre sexos.

f. Respiración

La respiración es una de las funciones primarias del ser humano y puede tener efectos considerables en la posición, morfología y función craneocervical. Ricketts mantenía que la extensión de la cabeza representa una respuesta funcional para facilitar la respiración oral con el fin de compensar la obstrucción nasal, como refieren Cuccia et al⁴⁶ y Malkoc et al⁴⁷.

g. Apnea

Respecto a la apnea obstructiva del sueño, Solow et al⁴⁸ observan un patrón de asociación sistemático que indicaba que las vías aéreas más estrechas se relacionaban con un ángulo cráneo-cervical mayor y una inclinación hacia delante de la columna cervical. Los hallazgos eran comparables con los de un estudio anterior de los mismos autores.

Consideran que los resultados reflejan un mecanismo de compensación postural fisiológico que sirve para mantener la anchura adecuada de las vías aéreas cuando el individuo con apnea obstructiva del sueño está despierto.

3.2.2. Fotografía Clínica en Odontología

3.2.2.1. Equipo recomendado

Hay varios tipos de cámaras digitales disponibles en el mercado hoy en día. La mayoría de las cámaras compactas "point and shoot" disponibles en la actualidad, tienen suficiente calidad de imagen y sofisticación para producir fotografías clínicas razonables, aunque a expensas de una iluminación adecuada de la escena debido a las limitaciones de sus unidades de flash de punto único incorporadas. Sin embargo, sus resultados a menudo son inconsistentes y requieren demasiado tiempo y prueba y error para obtener el resultado deseado. La configuración ideal de la cámara que es más adecuada y recomendada para la fotografía clínica es una configuración de cámara réflex o DSLR (Digital Single Lens Réflex) con una unidad de flash anular adecuada. La resolución de imagen mínima aceptada que nos proporcionaría fotos de alta calidad para la presentación en pantalla o impresiones de 4x6, si se desea, sería de alrededor de 4 megapíxeles.

Sin embargo, las cámaras actuales pueden producir fotos de mayor resolución que este requisito mínimo, por lo tanto, generalmente se puede determinar que cualquier cámara actual con una resolución de 8 megapíxeles o superior sería más que adecuada para la toma de registros de ortodoncia. Esta configuración se describe con más detalle en las siguientes secciones⁴⁹.

A. La cámara digital

Una DSLR proporciona un control manual completo de todos los parámetros de exposición en fotografía, además de los programas automáticos y semiautomáticos habituales disponibles actualmente en la mayoría de las cámaras. Por lo tanto, permiten la máxima flexibilidad y personalización para producir la mejor calidad posible de imágenes digitales.⁷ Son de una calidad de construcción superior y, por lo tanto, serían una inversión sólida a largo plazo para la práctica. Muchas réflex digitales ahora también vienen con capacidades de grabación de video de alta definición (HD), que pueden ser útiles en ciertas situaciones clínicas. Se recomienda una cámara réflex digital de nivel básico para la fotografía clínica, ya que producirá resultados de la más alta calidad a la vez que será una opción más rentable que otras DSLR de gama alta.

B. Lente u objetivo

Aunque los lentes zoom generalmente se pueden usar para la fotografía clínica, el lente recomendado para su uso es una lente macro, por ejemplo un lente macro de distancia focal de 100 o 105 mm.

Macro Lente vs Macro Función

La fotografía macro se refiere a la fotografía de primer plano; la definición clásica de que la imagen proyectada en el "plano de la película" (es decir, una película o un sensor digital) tiene el mismo tamaño que el sujeto. La mayoría de las cámaras digitales compactas tienen una función macro integrada que en realidad es muy buena para fines de fotografía dental. Sin embargo, un lente Macro conectado a una cámara DSLR proporciona incluso mejores fotografías de primeros planos, generalmente con una mayor definición y mejor enfoque, y es por mucho la mejor opción.

C. El Flash

“Ring Flash vs Point Flash”

El flash de punto único integrado en la mayoría de las cámaras digitales compactas y algunas réflex digitales pueden ocasionalmente producir una distribución de luz bastante buena cuando se usan para fotografías clínicas, pero los resultados son muy inconsistentes y dependen en gran medida de la orientación de la cámara y las condiciones de iluminación preexistentes en la clínica. Las sombras oscuras que distraen, que pueden obstruir detalles importantes, ocurren con frecuencia. Estos son a menudo irreparables incluso con el uso de software de edición de imágenes, y afectarán la calidad final de la imagen y, posiblemente, la información obtenida de ella. Por el contrario, un Ring Flash: elimina casi todas las sombras al proporcionar una distribución más uniforme de la luz durante las fotografías extra e intraorales y, por lo tanto, la calidad de la imagen mejora debido a una mejor iluminación

general. Por lo tanto, se recomienda utilizar un flash anular para la fotografía de ortodoncia.⁵⁰

3.2.2.2. Principios técnicos para fotografía clínica

Configuración general de la cámara

Como se mencionó anteriormente, las DSLR permiten un control y personalización máximos de la configuración de la cámara para lograr los mejores resultados posibles. En la mayoría de los casos, se recomienda configurar el dial de la cámara en el Modo de prioridad de apertura (A o Av), dependiendo de la marca de la cámara). El modo Prioridad de apertura permite al fotógrafo controlar la dimensión de abertura del diafragma, a través de la cual la luz ingresa al lente, mientras deja que la cámara equilibre la mejor exposición, ya que determina las otras variables automáticamente. La apertura (número F) se ajusta mejor a f22 o superior; esto asegurará una gran profundidad de campo y enfoque a lo largo de varias fotografías extra e intraorales⁵¹.

El uso de un *“ring flash”* es esencial en este caso para asegurar la iluminación adecuada y la iluminación de la escena. Los odontólogos con una buena comprensión de los principios de exposición fotográfica pueden optar por usar la configuración manual completa (M) y controlar todas las variables de exposición como mejor les parezca. Es importante tener en cuenta que estas son solo recomendaciones generales y algunas pruebas y errores pueden aún ser necesario dependiendo de la iluminación y la situación clínica existente⁵⁰.

Fotografías clínicas extraorales

Por lo general, son las primeras y más simples fotografías para tomar. Requieren un posicionamiento adecuado del paciente y el clínico frente

a un fondo plano adecuado; además de la configuración de la cámara digital en sí. Se recomienda utilizar un fondo blanco claro o azul oscuro o una gran caja de luz montada en la pared detrás de la cabeza del paciente, para mantener la mejor definición del perfil del tejido blando del paciente sin distracciones en el fondo.

Se prefiere estandarizar las fotografías extraorales manteniendo una distancia fija entre el paciente y la cámara, ya que proporcionaría un factor de aumento consistente y agregaría un aspecto profesional a las fotografías. Esto se puede hacer utilizando un trípode a una distancia fija marcada del fondo y marcando una línea en el suelo a una cierta distancia del fondo donde los pacientes deben mantenerse firmes mientras se fotografían.

Las fotos extraorales consisten en las siguientes cinco fotografías, tomadas en la siguiente secuencia:

1. Frontal-frontal (labios relajados).
2. Frontal-frontal (sonriendo).
3. Perfil (Labios relajados).
4. (45 °) Perfil (también conocido como Perfil 3/4 - Sonriendo)
5. Perfil tercio inferior.

Estas cinco tomas brindan al clínico la máxima información posible sobre las características faciales, de tejidos blandos del paciente, las proporciones y la estética general de la sonrisa.

3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Posición Natural de la Cabeza (PNC):** Se define como una postura innata, fisiológica y reproducible de la cabeza, obtenida cuando el paciente se encuentra en posición relajada, de pie mirando hacia el horizonte o a un punto de referencia externo (espejo, marca de pared, laser, etc.), a la misma altura de sus ojos.
- **Vertical Verdadera (VV):** Línea representada en la imagen por la cadena con plomada que cuelga en el borde de la foto, paralela a la fuerza de gravedad.
- **Horizontal Verdadera (HV):** Línea fisiológica que es perpendicular a la vertical verdadera.
- **Línea E o estética de Ricketts:** Línea que une 2 puntos de tejidos blandos: pronasal y pogonion.
- **Reproducibilidad:** Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurando bajo condiciones de medición que cambian.
- **Concordancia de método:** Es el grado en que dos o más métodos están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado.

3.4. HIPÓTESIS

3.4.1. Hipótesis General

Existe un alto grado de reproducibilidad de la posición natural de la cabeza (PNC) en fotografías de perfil de los estudiantes de la facultad de Odontología de Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.4.2. Hipótesis Específicas

- El grado de reproducibilidad de la PNC en fotografías de perfil con cada método de registro; ya sea del espejo, de autobalance o de autobalance más espejo, es bueno.
- Existe una concordancia de método de registro de la PNC en fotografías de perfil ya sea con el método del espejo, de autobalance o de autobalance más espejo.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2: Operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	CATEGORIA
Método de registro fotográfico de la PNC.	Procedimiento protocolizado que permita registrar la PNC.	<ul style="list-style-type: none"> • Método del espejo. (PNCE) • Método de autobalance. (PNCA) • Método de autobalance más espejo. (PNCAE) 	Ángulo de inclinación Línea E de Ricketts y VV	De razón	En grados (°).
Reproducibilidad de la PNC	Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurando según cambios en las condiciones de medición.		Coef. de Dahlberg (D) Coef. de reproducibilidad (Ir)	De razón	$D < 2^\circ$ $I_r < 4^\circ$
Género	Conjunto de seres establecidos en función de características comunes.		Características físicas de la persona.	Nominal	Masculino Femenino

IV. METODOLOGÍA

4.1. TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio fue de tipo cuasi experimental, longitudinal, prospectivo y analítico.

- **Cuasi experimental:** Porque careció de un pleno control de todas las variables.
- **Longitudinal:** Porque los datos se registraron en 4 diferentes momentos.
- **Prospectivo:** Debido a que los hechos van ocurriendo a medida que se inició el estudio.
- **Analítico:** Se realizó pruebas para observar la concordancia entre métodos.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1. Población

El universo del presente trabajo estuvo conformado por estudiantes de 1° a 5° año de pregrado entre los 18 y 28 años de edad de la facultad de Odontología de la Universidad Mayor de San Marcos durante el año 2017.

4.2.2. Muestra

En el presente estudio se trabajó con una muestra probabilística, ya que se aplicaron las fórmulas de muestra y se usó el muestreo aleatorio simple. El tamaño de la muestra se determinó con la fórmula para tamaño muestral para una proporción con marco muestral conocido.

$$n = \frac{z^2 p_e q_e}{E^2}$$

Si se conoce N, continuar:

$$n_f = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Se usó un nivel de confianza de 0.975

4.2.3. Criterios de inclusión

- Estudiantes con un índice facial entre 0.9 a 1 y ángulo de perfil total entre 165° y 175° que concuerden con un biotipo mesofacial y perfil recto respectivamente.
- Que no hayan padecido traumatismo craneocervical.
- Que no presenten anomalías craneofaciales, problemas del aparato locomotor o de la bipedestación, enfermedades musculares o articulares, o problemas acústicos o de visión.

4.2.4. Criterios de exclusión

- Cualquier condición física o mental que pueda suponer un impedimento para seguir las instrucciones dadas al estudiante en los distintos tiempos del estudio.
- Tratamiento de ortodoncia activo.
- Rechazo del estudiante a participar.

4.2.5. Unidad de Análisis

En el presente estudio la unidad de análisis fueron las fotografías de perfil obtenidas con los diferentes métodos de registro de la PNC de los alumnos de la FO – UNMSM.

4.3. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICA

4.3.1. Selección de la muestra

Previamente a la selección de muestra se registraron fotografías frontal y de perfil de 291 estudiantes que aceptaron participar en el estudio; con la finalidad de realizar un análisis facial fotográfico indicando el biotipo facial y el tipo de perfil total, donde 131 estudiantes cumplieron con los criterios de inclusión con un biotipo mesofacial (índice facial de 0.9 a 1) y perfil total recto (165° a 175°).

El resultado del tamaño de la muestra fue 97.44; por lo que se optó por trabajar con 100 estudiantes en nuestra muestra final

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.45 \times 0.55}{0.05^2}$$

$$n_f = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} = 97.44$$

4.3.2. Tiempos de estudio

Las series fotográficas analizadas en la investigación fueron obtenidas durante 4 tiempos o momentos de estudio.

- Tiempo 1 (T1): La primera serie fotográfica se obtuvo cuando el estudiante viene por primera vez a participar en el estudio.
- Tiempo 2 (T2): La segunda serie fotográfica se tomó en el mismo día, después de que el estudiante descanse 5 min.
- Tiempo 3 (T3): La tercera serie fotográfica se obtuvo aproximadamente una semana después de T1.
- Tiempo 4 (T4): La cuarta serie fotográfica se toma 2 semanas aproximadamente después de T1.

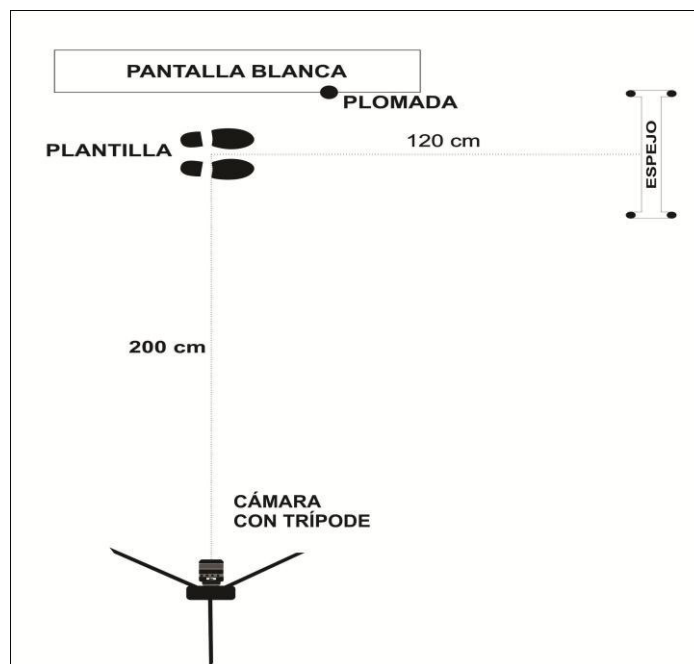
4.3.3. Método para realizar los registros fotográficos:

a. Lugar

Las series fotográficas fueron realizadas en el ambiente de la Clínica VIII de pregrado de la FO-UNMSM; donde existe una pantalla blanca de retroiluminación de 80 x 120 cm para el registro de fotografías.

La cámara con trípode estuvo ubicada a 2 m de distancia del estudiante, el espejo estuvo ubicado a 1.2 m de distancia del estudiante; como se observa en la figura 1.

Figura 1: Plano de distribución del equipamiento



b. Equipamiento

- Cámara Réflex DSRL Nikon D5300^{MR}, lente AF-S VR Nikkor Micro 105 mm f/2.8 y ring flash macro Meike^{MR}.
- Trípode fotográfico Prostaff Nikon^{MR}, posicionado a 200 cm del estudiante.
- Espejo de 180 x 50 cm frente al estudiante.
- Línea de plomada para verificar la VV. Esta línea se compone de una cuerda atada a una plomada de 150 mg
- Nivel de fluido para calibrar el lente de la cámara a la HV.
- Plantilla para el posicionamiento del estudiante.

Ver anexo 2.

c. Ajustes de la cámara:

- Apertura de diafragma f11
- Velocidad de obturación 1/125.
- ISO 250.

- Balance de blancos tipo “flash”
- Distancia focal del lente 105 mm.
- Se obtuvo archivos en formato raw y jpg.

d. Preparación del estudiante

Se les solicitó a los estudiantes no utilizar algún elemento de distracción como aretes, collares, piercing o cabello no recogido en el caso de las mujeres. Cada estudiante se posicionó de pie en la plantilla con los brazos relajados, mandíbula en reposo y labios relajados y posteriormente se les explicó cada método de registro fotográfico a utilizar.

e. Método de registro de la PNC

- **Método de espejo:** Se le explicó al estudiante que debe mirarse al reflejo de sus ojos en el espejo de pie.
- **Método de autobalance:** Se le explicó al estudiante que debía de realizar 4 oscilaciones de la cabeza hacia atrás y hacia adelante, con los ojos cerrados, disminuyéndolas hasta que llegue a una posición neutral en la que se encuentre cómodo; acto seguido que abra los ojos vea al frente.
- **Método de autobalance más espejo:** Se le pidió al estudiante que de la misma manera que en el método de autobalance, encuentre la posición neutral más cómoda pero que al final establezca la posición mirando al reflejo de sus ojos en el espejo.

f. Secuencia de los registros fotográficos

Todas las fotografías fueron realizadas por el mismo operador para no introducir posibles errores derivados de la participación de varios operadores.

Cada serie fotográfica por cada tiempo (T1, T2, T3 y T4) en cada estudiante consistió de 3 fotos en el siguiente orden:

- Primera foto con el método del espejo. (PNCE)
- Segunda foto con el método de autobalance. (PNCA)
- Tercera foto con el método de autobalance más espejo. (PNCAE)

Cada foto recibió un código de identificación para su posterior análisis.

4.3.4. Método para el análisis de las fotografías.

a. Software informático

Para el manejo, trazado y análisis de los registros fotográficos del estudio se utilizó el programa AutoCAD 2017, donde fue realizado por un único operador, el autor de la presente investigación, para eliminar los posibles errores introducidos con la participación de varios operadores (error interindividual).

b. Análisis fotográfico del perfil

Para obtener una medida clara de la inclinación de la cabeza respecto a la VV determinada por la PNC, se utilizó en el presente estudio el siguiente ángulo (figura 2):

Línea E de Ricketts / VV

Este ángulo se seleccionó por la fácil localización de sus puntos, así como por su adecuada situación en el perfil facial.

c. Puntos trazados

- **P1:** Marca superior de la línea de plomada.
- **P2:** Marca inferior de la línea de plomada.
- **Pm:** Pronasal, punta de la nariz.
- **Pg':** Pogonion blando, punto más prominente del mentón.

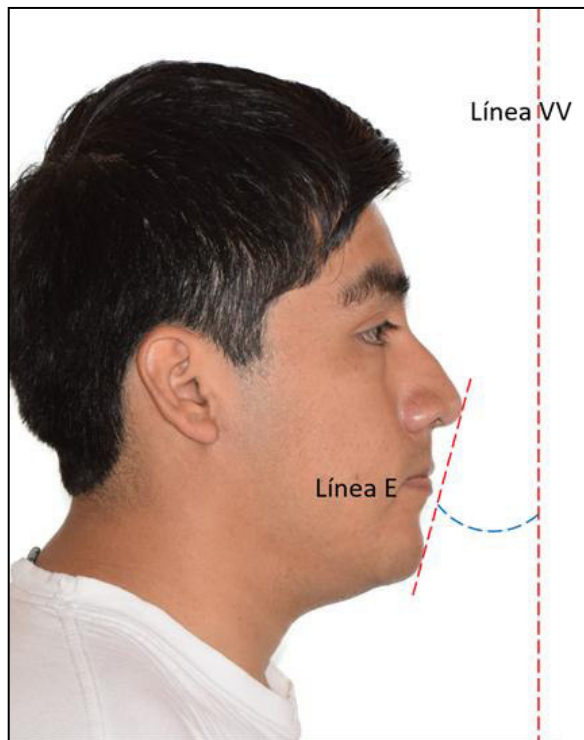


Figura 2: Ángulo línea E / VV

4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.4.1. Análisis estadístico

Los datos a analizar estadísticamente fueron las mediciones del análisis de la inclinación de la cabeza (ángulo entre la Línea E y VV) en las fotografías de perfil registradas en PNC con los 3 métodos distintos (PNCE, PNCA y PNCAE) en los 4 tiempos distintos (T1, T2, T3 Y T4). Para la elaboración de la base de datos y análisis estadístico se utilizó el software R Project 3.4.4. Se pretende diferenciar la variabilidad aleatoria de la variabilidad que se produce al repetir las medidas en los diferentes tiempos y en los diferentes métodos.

Error intraindividual

El análisis de error de método intraindividual se realizó en 50 fotografías elegidas aleatoriamente de la Primera serie (PNCE1), un mismo operador

efectuó las mediciones por duplicado con una semana de intervalo. Se pretende diferenciar la variabilidad aleatoria de la variabilidad que se produce al repetir las medidas en los diferentes tiempos y en los diferentes métodos.

Ángulo de inclinación Línea E / VV

Se han obtenido la media y las desviaciones estándar del total de la muestra, como para también según el género. Como también la varianza y el rango. Cuando el valor de la media al compararlas es mayor, es indicativo de que la inclinación es en sentido horario y si es menor, en sentido antihorario.

Error de método

En la literatura revisada, la mayoría de los estudios sobre reproducibilidad de la PNC utilizaron la fórmula de coeficiente de Dahlberg que sirve para determinar la reproducibilidad de un método o la concordancia entre 2 métodos. Según Cooke y Wei²², una buena reproducibilidad debe presentar coeficientes de Dallberg $<1,5-2$. Sin embargo, en la literatura ortodóncica, excepto Bister et al¹⁶ que han indicado la conveniencia de otros estadísticos para representar la reproducibilidad de la PNC, no se ha constatado la validez de este coeficiente ni su punto de corte para determinar la reproducibilidad.

En esta investigación, para analizar la reproducibilidad de la PNC se ha utilizado la desviación estándar (DE) de las diferencias de las medidas repetidas de acuerdo con la norma ISO 5725⁴¹ y el coeficiente de reproducibilidad (Ir). También se presentan los valores del coeficiente de Dahlberg para poder comparar los resultados con los otros estudios que utilizan este coeficiente. La SD, el coeficiente de Dahlberg y el coeficiente

de reproducibilidad están íntimamente relacionados, y se ha utilizado la siguiente fórmula de conversión:

$$\text{Coeficiente de Dahlberg (D)} = \frac{DE}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Desviación estandar (DE)} = D \times \sqrt{2}$$

Además, la definición ISO 5725⁴¹ de reproducibilidad es expresada en términos de coeficiente de reproducibilidad (I_r), donde I_r es el valor por debajo del cual se espera que se encuentre el 95% de las diferencias absolutas. Esto deriva de la aceptación de que las diferencias entre medidas repetidas son observadas desde una distribución normal:

$$I_r = 2\sqrt{2}D \text{ o } I_r = 2,83D \text{ o } I_r = 2SD$$

Representación gráfica de reproducibilidad y concordancia de métodos

Se ha realizado a través de las medidas del coeficiente de correlación de Pearson, el modelo de regresión lineal y la aproximación de Bland y Altman. Normalmente, los investigadores limitan sus análisis estadísticos de concordancia entre métodos, al cálculo del coeficiente de correlación entre los 2 métodos; pero según Bland y Altman⁶⁹, una alta correlación no significa una adecuada concordancia entre métodos. Las limitaciones que ellos apuntan sobre el coeficiente de correlación son:

- La correlación expresa la fuerza de asociación lineal entre dos variables, pero no el acuerdo o concordancia entre ellas. La concordancia perfecta implica la coincidencia sobre la diagonal en un gráfico de dispersión.

- Un cambio en la escala de medida no afecta a la correlación, pero si afecta a la concordancia.
- La correlación depende del rango que la variable de interés tiene en la muestra.
- El test de significación estadística del coeficiente de correlación puede mostrar que los dos métodos están relacionados, pero esto es irrelevante para evaluar concordancia.
- Datos con concordancia pobre pueden presentar una correlación elevada.

Este método consiste en representar gráficamente, en un diagrama de dispersión, la media de las dos mediciones, como la mejor estimación del verdadero valor, frente a la diferencia absoluta entre los dos valores. El gráfico incluye, además, una línea horizontal en la diferencia media y dos líneas, llamadas límites de concordancia, a una distancia de 1,96 desviaciones estándar por arriba y por debajo de la primera. Si las diferencias entre los pares de observaciones siguen aproximadamente una distribución normal y los valores tienden a ser estables en todo el rango de medición, se espera que el 95% de esas diferencias caigan dentro de los límites de concordancia. Esto permite valorar gráficamente, de forma sencilla, el grado de acuerdo entre los dos métodos.

V. RESULTADOS

Antes de la aplicación de pruebas inferenciales, se empleó el test de normalidad multivariada de Royston para la evaluación de la distribución de los resultados obtenidos de las medidas del ángulo Línea E / VV en los 4 momentos distintos con las 3 métodos de registro. Se asumió como hipótesis nula que la muestra seguía una distribución normal multivariada, mientras que la hipótesis alterna fue que la misma no poseía una distribución normal multivariada.

El p valor fue mayor a 0.05 lo que me indica que no se rechaza la hipótesis nula; es decir nuestros datos tienen una distribución normal multivariada, tanto para el total como para cada método (ver anexo 3 y 4).

Error intraindividual

Para medir el error intraindividual se consideró 50 fotografías seleccionadas aleatoriamente de la primera serie, en las cuales se realizó la mediada del ángulo entre la línea E y VV en 2 momentos diferentes, con intervalo de 1 semana. En primer lugar se hizo un test de varianzas en el cual se obtuvo que la variabilidad de las medidas del ángulo de inclinación en ambos tiempos son iguales (p valor < 0.05)

Luego, con un test t pareado se observó que las medias en ambos momentos es la misma (p valor < 0.05). Por lo cual se concluye que el error intraindividual es mínimo; demostrando que el trazado de las líneas E de Ricketts y VV para el análisis fotográfico es muy fiable cuando se hace por la misma persona. (Ver anexo 5)

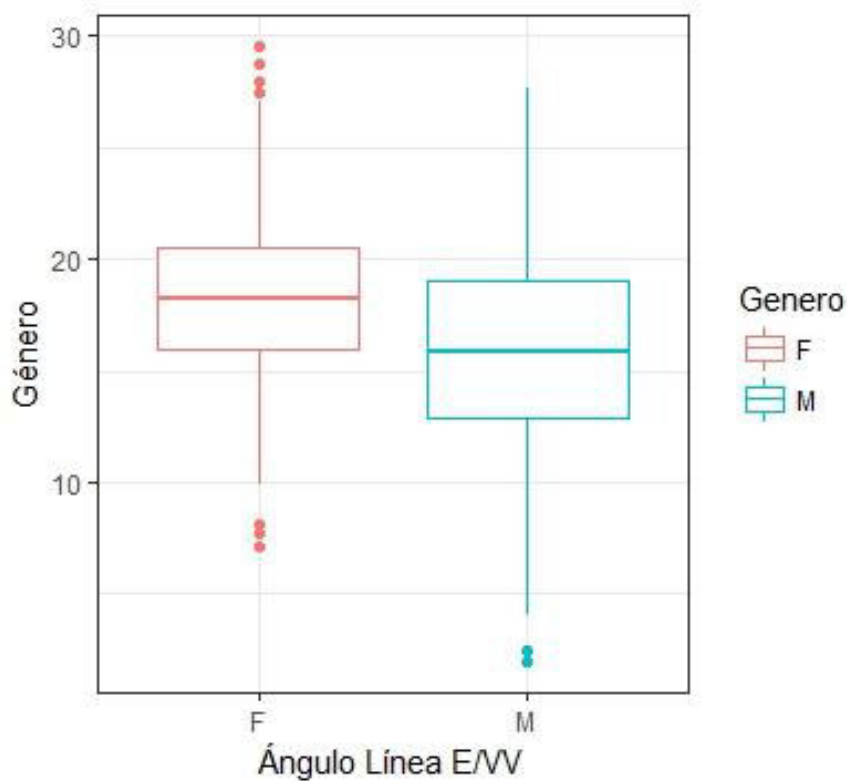
Angulo de inclinación Línea E / VV

Los resultados correspondientes al ángulo Línea E / VV se presentan en la tabla 3, con un valor de $17.32^\circ \pm 4.23^\circ$; habiéndose observado diferencias estadísticamente significativas entre géneros como lo evidencia el test t de medias (anexo 6) y se observa en el gráfico 1.

Tabla 3: Ángulo línea E / VV

Género	Media	SD	Varianza	Máximo	Mínimo	Rango
Femenino	18.23	3.70	13.71	29.57	7.12	22.45
Masculino	15.885	4.60	21.15	27.62	1.93	25.69
Total: 100	17.32	4.23	17.91	29.57	1.93	27.64

Gráfico 1: Diagrama de caja y bigote del ángulo línea / VV con respecto al género



Resultados de reproducibilidad según el método empleado

Para representar la reproducibilidad de la PNC con los 3 métodos de registro fotográfico comparando los tiempos (T1-T2, T1-T3 Y T1-T4) se da la información en la tabla 4 donde se presentan los resultados de la desviación estándar y coeficiente de Dahlberg. Se observa que la mayor reproducibilidad según el coeficiente de Dalhberg ($D = 1.03^\circ$) fue entre T1 y T2 con el método del espejo y la menor reproducibilidad en T1 y T3 del método de autobalance ($D = 1.69^\circ$).

Tabla 4: Reproducibilidad de la PNC. Métodos fotográficos (tiempos 1, 2, 3, 4)

Tiempo	PNCE (DE°)	PNCE (D°)	PNCA (DE°)	PNCA (D°)	PNCAE (DE°)	PNCAE (D°)
T1-T2	1.45	1.03	1.60	1.13	1.46	1.04
T1-T3	1.62	1.15	2.39	1.69	1.57	1.11
T1-T4	1.73	1.22	1.91	1.35	1.54	1.09

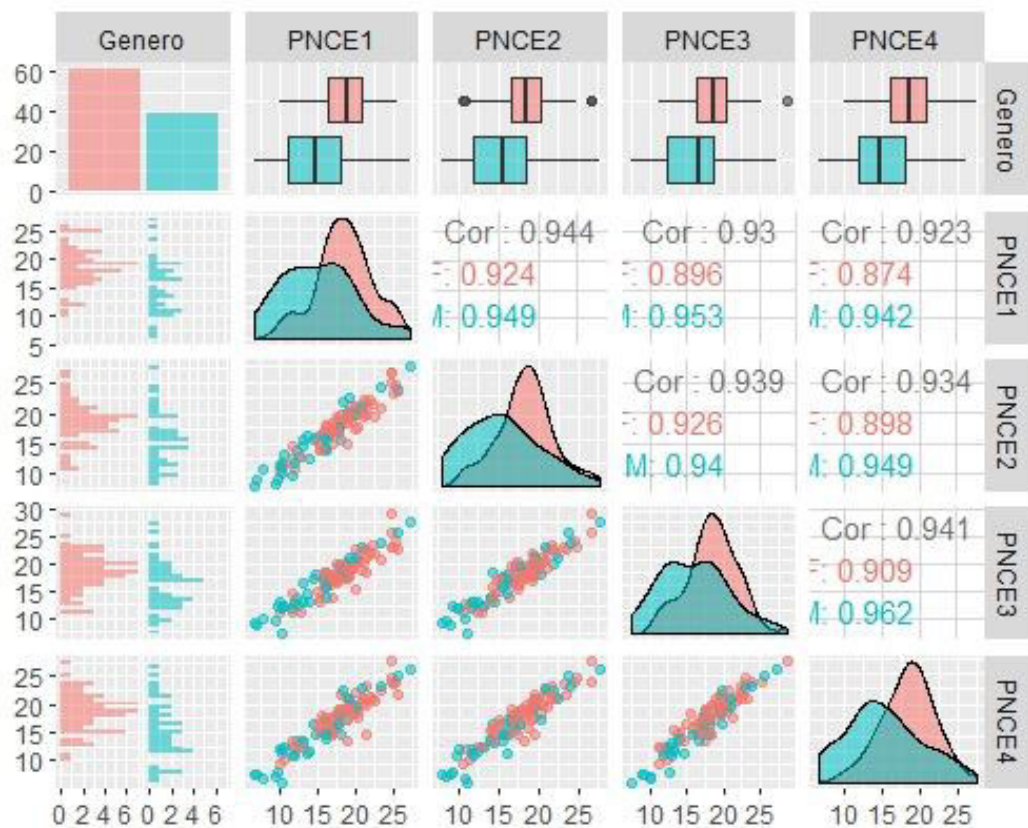
De forma resumida, en la tabla 5 se ofrece la reproducibilidad de los 3 métodos entre los tiempos T1 y T2 en términos de: coeficiente de correlación, coeficiente de Dahlberg, SD, p valor, y coeficiente de reproducibilidad. Se observa que las correlaciones son significativas (p valor < 0.05) lo que indica que podría haber concordancia entre métodos. También se observa que el método más reproducible fue el del espejo con un Coef. de Dahlberg 1.03° y el menos reproducible el método de autobalance con un Coef. de Dahlberg 1.13° .

Tabla 5: Reproducibilidad de la PNC. Métodos fotográficos (tiempos 1 y 2)

Métodos T1 Y T2	D	SD	Coef. de correlación	Valor p	lr
PNCE(T1)-PNCE(T2)	1.03	1.45	0.944	0.000	2.90
PNCA(T1)-PNCA(T2)	1.13	1.60	0.935	0.000	3.20
PNCAE(T1)-PNCAE(T2)	1.04	1.46	0.936	0.000	2.92

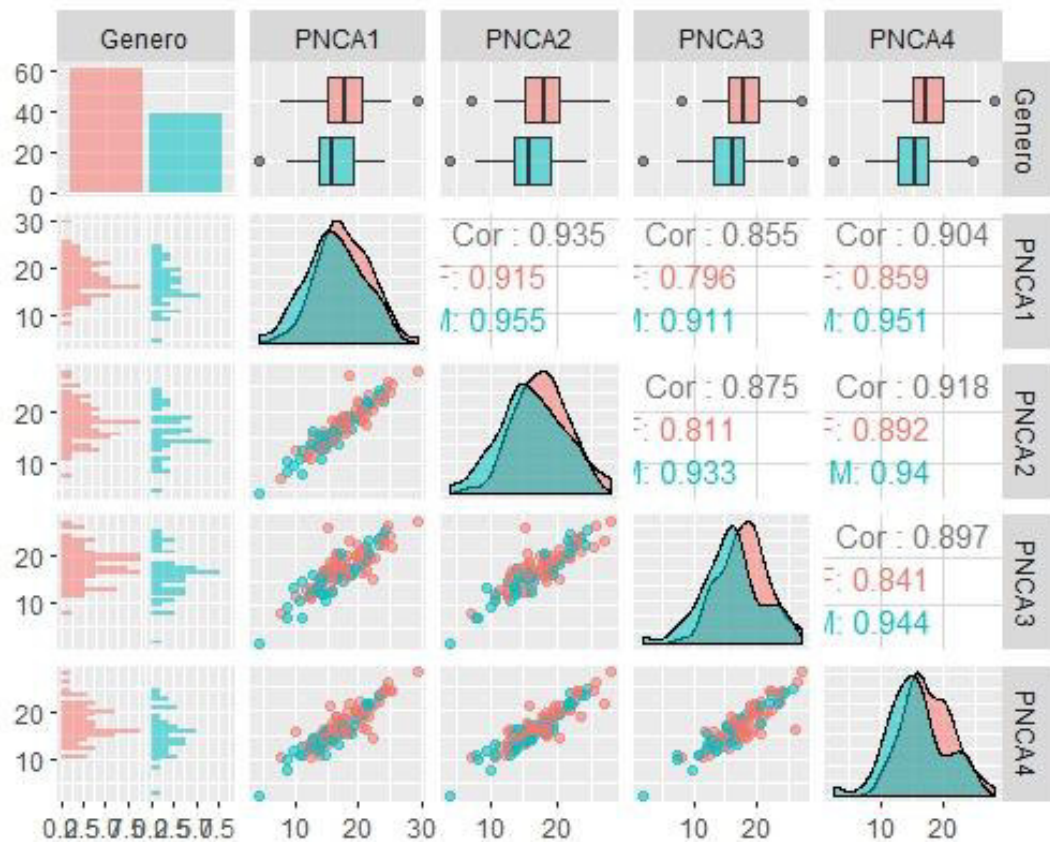
En el gráfico 2; para el método de registro fotográfico del espejo se observa en la primera fila el comportamiento diferenciado de ángulo entre la línea E y VV entre varones y mujeres. En la diagonal, observamos las densidades de la medida del mismo ángulo; que refuerzan la idea de poblaciones diferentes. En las casillas sobre la diagonal tenemos las correlaciones en las cuales la magnitud es casi perfecta (mayor a 0.9), lo que nos hace pensar que el método es reproducible a lo largo del tiempo. En las casillas debajo de la diagonal se presenta los diagramas de dispersión de las medidas en cada uno de los momentos; observando un comportamiento lineal muy cerca a la línea identidad ($x=y$).

Gráfico 2: Comportamiento de las medidas del ángulo línea E / VV en el método de registro del espejo



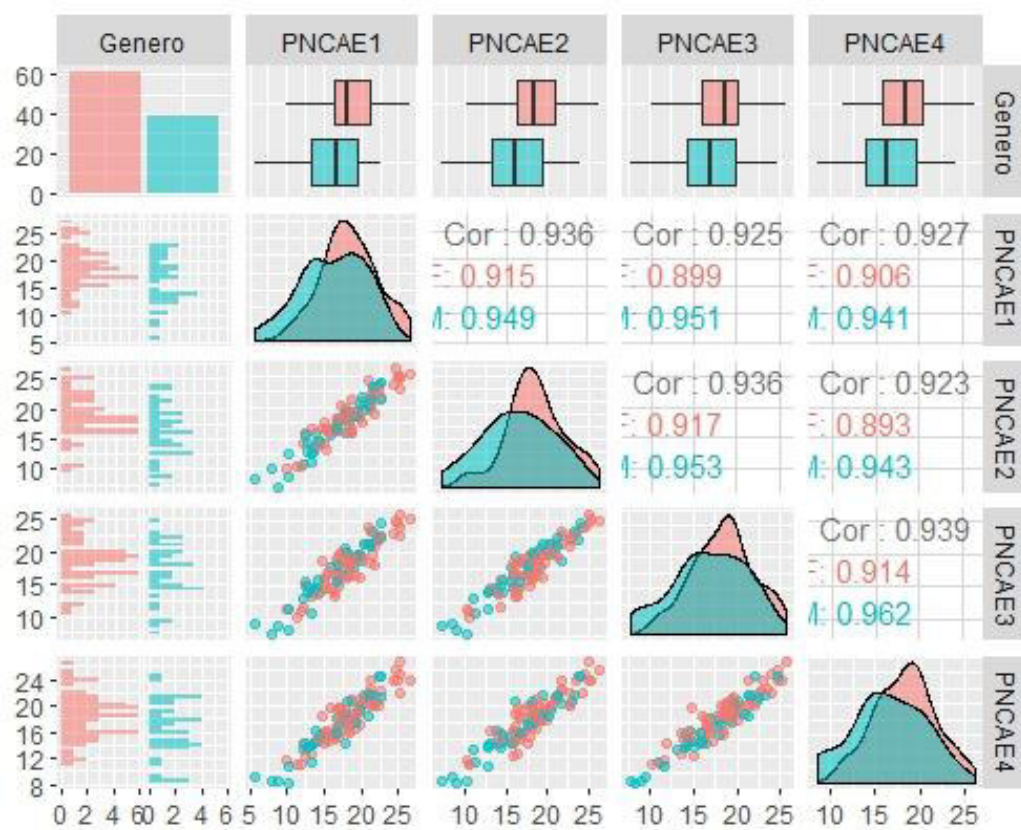
En el gráfico 3; para el método de registro fotográfico de autobalance, podemos ver en la primera fila, que también hay un comportamiento diferenciado de mismo ángulo entre varones y mujeres. En la diagonal observamos las densidades de sus medidas, donde hay mayor similitud entre varones y mujeres. En las casillas sobre la diagonal tenemos las correlaciones (alta correlación) en las cuales la magnitud es mayor a 0.8, lo que evidencia que el método también es reproducible a lo largo del tiempo. En las casillas debajo de la diagonal se presenta los diagramas de dispersión de las medidas en cada uno de los momentos observando que también presentan un comportamiento lineal cerca a la línea identidad ($x=y$).

Gráfico 3: Comportamiento de las medidas del ángulo línea E / VV en el método de registro del espejo



En el gráfico 4; para el método de registro fotográfico de autobalance más espejo también en la primera fila se observa el comportamiento diferenciado de ángulo línea E y VV entre varones y mujeres al igual que en los otros métodos. En la diagonal observamos las densidades de la medida del ángulo línea E / VV con una similitud a la del método del espejo. En las casillas sobre la diagonal tenemos las correlaciones en las cuales la magnitud también es casi perfecta (mayor a 0.9), lo cual al igual que en los otros métodos nos hace pensar que este método es reproducible a lo largo del tiempo. En las casillas debajo de la diagonal se presenta los diagramas de dispersión de las medidas en cada uno de los momentos observando un comportamiento similar a los anteriores métodos.

Gráfico 4: Comportamiento de las medidas del ángulo línea E / VV en el método de registro de autobalance más espejo

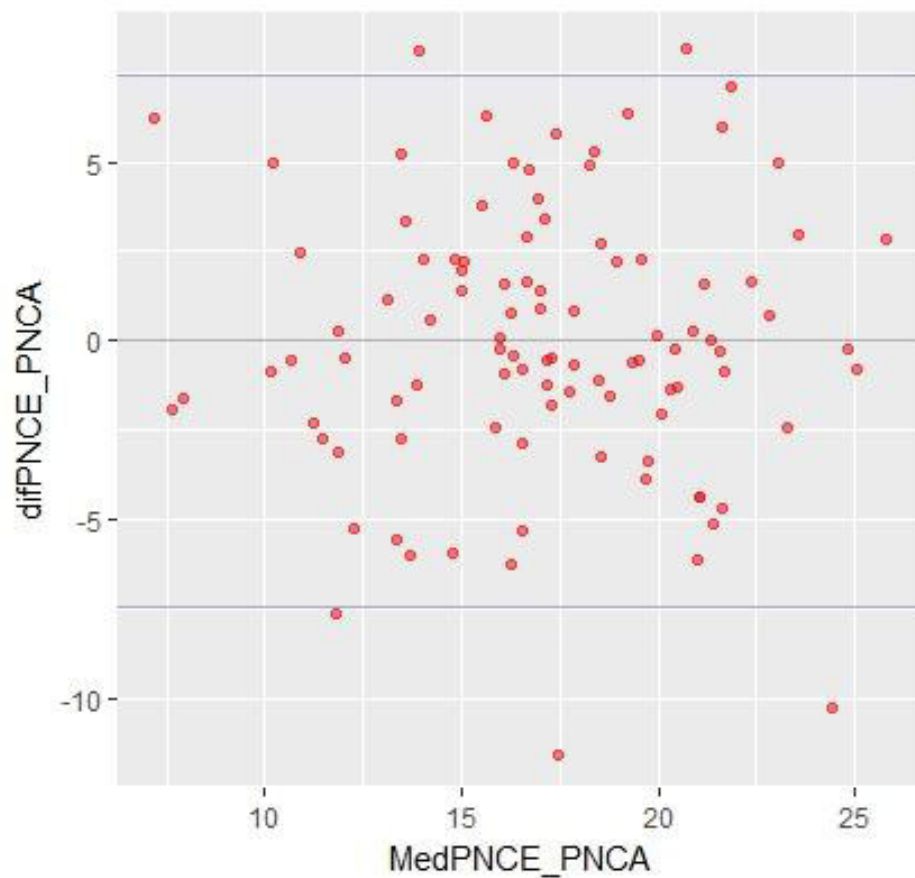


Análisis de concordancia de método

El análisis de concordancia entre los 3 métodos para el tiempo T1 se presenta en los gráficos 5, 6 y 7; donde se representan los gráficos de dispersión de Bland y Altman, en los cuales se analizan las diferencias entre las medidas repetidas (eje de ordenadas) y sus medias (eje de abscisas).

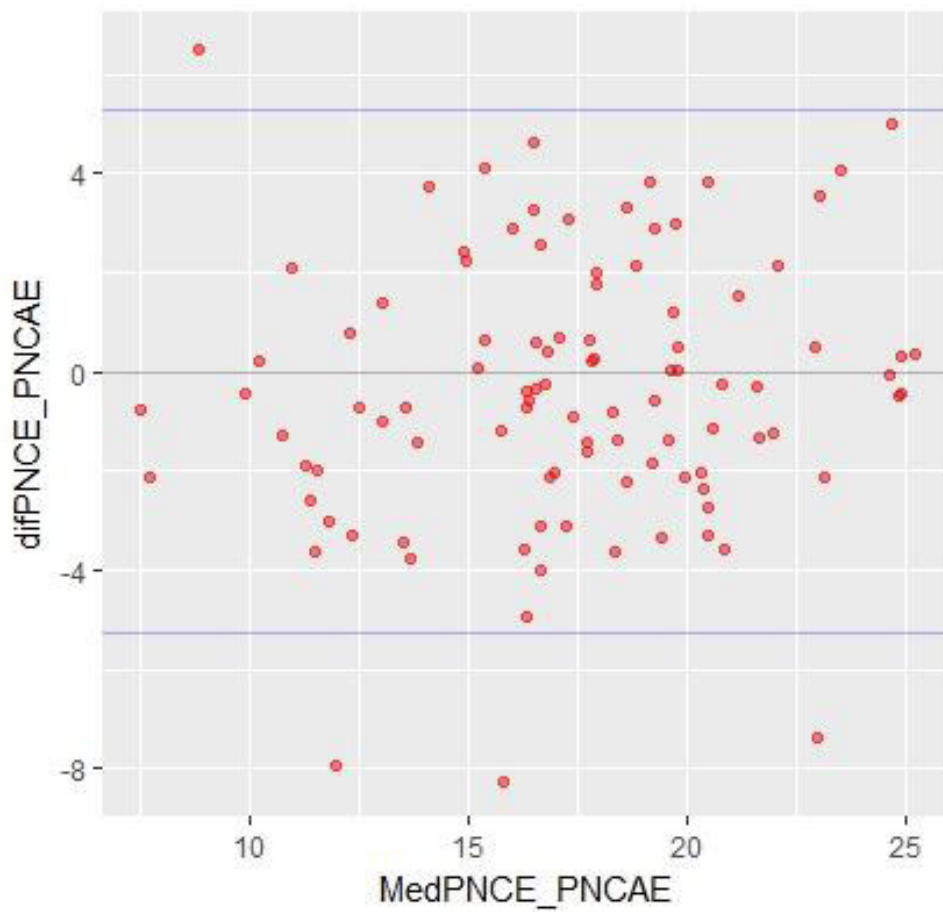
En el grafico 5 se observa la dispersión de Bland y Altman para los métodos del espejo y autobalance, donde el 95 % de observaciones se encuentra dentro las 2 líneas límites de concordancia ($\pm 2DE$), concluyendo que existe concordancia entre ambos métodos.

Gráfico 5: Dispersión de Bland y Altman entre el método del espejo y de autobalance.



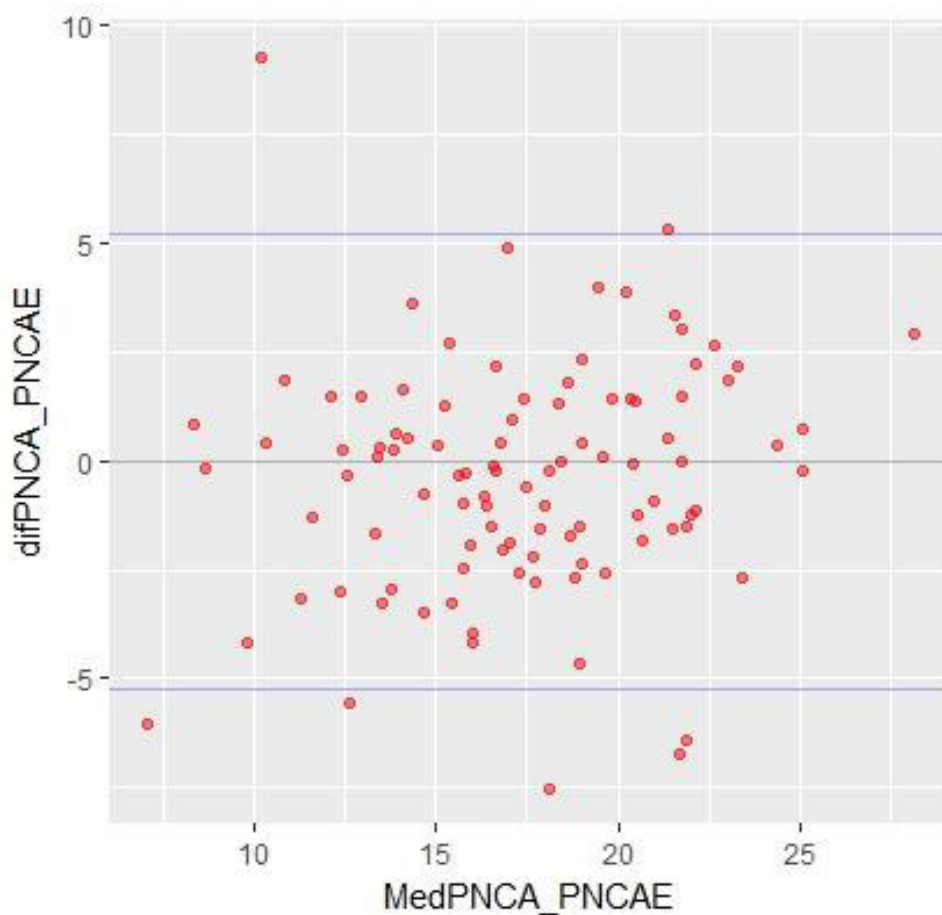
En el gráfico 6, se observa la dispersión de Bland y Altman para los métodos del espejo y autobalance más espejo, donde el 96 % de observaciones se encuentra dentro de las 2 líneas límites de concordancia ($\pm 2DE$), concluyendo que también existe concordancia entre ambos métodos.

Gráfico 6: Dispersión de Bland y Altman entre el método del espejo y de autobalance más espejo.



En el gráfico 7, se observa la dispersión de Bland y Altman para los métodos de autobalance y autobalance más espejo, donde se observa que el 94 % de observaciones se encuentra dentro las 2 líneas límites de concordancia ($\pm 2\text{DE}$), concluyendo al igual que en los otros gráficos que existe también concordancia entre ambos métodos.

Gráfico 7: Dispersión de Bland y Altman entre el método de autobalance y de autobalance más espejo.



Además, también se ofrece el análisis de concordancia en términos de la desviación estándar, coeficiente de Dahlberg y coeficiente de correlación en la tabla 6, correspondiente al tiempo T1. Donde todos los análisis indican que existe un buen nivel de concordancia entre el método de autobalance y el método de autobalance más espejo; y coinciden que los resultados de menor concordancia se dan entre el método del espejo y de autobalance.

Tabla 6: Análisis de concordancia de método

Métodos	DE	Coef. Dahlberg	Coef. de correlación
PNCE-PNCA	3.802	2.689	0.630
PNCE-PNCAE	2.694	1.905	0.803
PNCA-PNCAE	2.663	1.883	0.808

VI. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar el grado de reproducibilidad de la PNC en fotografías de perfil utilizando tres métodos de registro fotográfico, para ello se realizaron medidas del ángulo entre la línea E con la VV; como en otros estudios previos^{1,7}, donde también consideraron éste ángulo para ver la inclinación de la cabeza y la reproducibilidad de la PNC. La media obtenida del ángulo entre la línea E / VV en este estudio fue 17.32° , diferente a lo observado en otros trabajos de investigación como el de Latif VB. et al¹ en una muestra de 116 personas hindúes tuvieron una media para el ángulo de 22.49° , Pie de Hierro V et al⁷ obtuvieron una media de 20.75° para una muestra de 50 personas españolas. Estos resultados nos podrían indicar que hay posibles características particulares de la población que pueden estar influenciando en estas diferencias.

Con respecto a la reproducibilidad tradicionalmente, en ortodoncia se ha utilizado el punto de corte para el coeficiente de Dahlberg (D) de 1.5° - 2° , para valorar la reproducibilidad o concordancia de método.

Los resultados de este trabajo muestran que la reproducibilidad del método de registro fotográfico del espejo en un intervalo de tiempo corto fue buena (D: 1.027° entre T1 y T2); similar a los resultados de otras investigaciones que también encontraron una elevada reproducibilidad en un tiempo de intervalo corto como la de Pie de Hierro V. et al⁷ (D: 1.60° en un intervalo de 10 min), quienes utilizan, al igual que esta investigación, el mismo ángulo línea E / VV en fotografías de perfil. Por su parte, Rodríguez T² obtuvo un D entre 1.82° y 2.07° en fotografías realizadas el mismo día con un intervalo de 10 min.

Otros autores que también concuerdan con nuestros resultados de una buena reproducibilidad de la PNC, pero hicieron sus estudios de reproducibilidad de PNC en radiografías laterales, son por ejemplo: Cooke y Wei²² quienes obtuvieron un D: 1.9° con el método del espejo en un intervalo de 4 a 10 min hasta las 2 horas, midiendo el ángulo SN / VV; Moorrees & Kean que obtuvieron un D: 2.05° con el mismo método en un intervalo de 1 semana entre las dos tomas.

En un intervalo de tiempo de aproximadamente 2 semanas entre las tomas (T1 y T4), la reproducibilidad de la PNC con el método del espejo con respecto al Coef. de Dahlberg (D: 1.22°) también fue buena; similar a los estudios de Khan AR et al⁵ donde en 2 series radiográficas en PNC (intervalo de 2 meses) registradas con el método del espejo se obtuvo un D: 1.36°.

Pero podemos observar que en estudios longitudinales como los de Fattahi HR et al⁸ (D: 3.14° en intervalo de 6 meses), Cooke y Wei²² (D: 2.4° en intervalo de 3 a 6 meses), Cooke M²¹ (D: 3.04° para un intervalo de 5 años) y Peng y Cooke¹⁷ (D: 2.23° en un intervalo de 15 años) la reproducibilidad disminuye con el tiempo.

Con respecto al método de registro fotográfico de autobalance en el presente trabajo se obtuvieron coeficientes de Dahlberg: 1.13°, 1.69° y 1.35° entre T1-T2, T1-T3 y T1-T4 respectivamente, indicando una alta reproducibilidad en el tiempo; que dista de otros estudios como el de Cooke y Wei²² que para el método de autobalance obtuvieron un Coef. de Dahlberg: 2.7°. También, Solow B y Tallgren A²⁶, en su estudio obtuvieron un D: 2.48° para el método de autobalance, concluyendo que las cabezas

de los sujetos se mantenían generalmente más altas en la posición de autobalance que la del espejo ($D: 1.43^\circ$).

Por su parte, el método de registro fotográfico de autobalance más espejo obtuvo un $D < 1.09$, indicando también una buena reproducibilidad; similar a lo obtenido por Latif VB. et al¹, quienes obtienen un $D: 1.18^\circ$, en 2 tomas radiográficas en PNC con intervalo de 1 semana. También; Shetty³ observó una alta reproducibilidad con éste método al obtener un $D: 0.42^\circ$ para dos tomas radiográficas con intervalo de 2 meses. Por su parte, Bister D et al¹⁶ en su trabajo de investigación uno de sus objetivos fue evaluar la reproducibilidad de la PNC en fotografías obteniendo un $D: 1.47^\circ$ para el método propuesto por Siersbaek-Nielsen y Solow, donde el intervalo entre las dos tomas fue 1 año, ellos también utilizaron como uno de los indicadores el ángulo de la línea E / VV. De otro lado, los autores de este método, Siersbaek-Nielsen, S y Solow, B²⁵, obtuvieron en su estudio un Coef. de Dahlberg: 2.3° ; el cual difiere del presente estudio, indicando una menor reproducibilidad.

Pese a los buenos resultados estadísticos de reproducibilidad obtenidos con los tres métodos de registro fotográfico de la PNC, la realidad clínica es que en algunos pacientes las diferencias en la postura de la cabeza son claramente visibles, por lo que los resultados estadísticos deben interpretarse conociendo lo que representa la fórmula estadística en la que se presenta el resultado. Mientras que el coeficiente de Dahlberg aporta un intervalo o rango por debajo del cual se encuentra el 52% de las diferencias absolutas; el coeficiente de reproducibilidad, que es 2.83 veces el coeficiente de Dahlberg, por definición es equivalente a 2 veces la desviación estándar de una distribución normal (asumiendo que las diferencias entre medidas repetidas son observadas desde una

distribución normal), por lo que proporciona un intervalo de 95% para las diferencias absolutas. . Por lo tanto, el coeficiente de Dahlberg no proporciona un intervalo lo suficientemente amplio como para permitir una evaluación clínica suficiente del método a realizar. Esto generalmente no se conoce y tiene implicaciones obvias para la medición de otros parámetros de ortodoncia. Lo cual coincide con nuestros resultados de un coeficiente de reproducibilidad (Ir) de 2.90 para el método del espejo con un coeficiente de Dahlberg de solo 1.03 entre T1 y T2; las diferencias entre estas medidas repetidas se encuentran dentro del 95% de intervalo de confianza o coeficiente de reproducibilidad (Ir: 2.90), pero no dentro del Coef. de Dahlberg (D: 1.03). Lo mismo sucede para el método del autobalance (Ir: 3.20 y D: 1.13) y el método de autobalance más espejo (Ir: 2.93 y D: 1.04).

Respecto al análisis de concordancia entre el método del espejo con el de autobalance más espejo y entre el método de autobalance y de autobalance más espejo; de acuerdo los análisis de Coef. de Dahlberg y Coef. de Correlación de Pearson indican que existe un buen nivel de concordancia; y entre el método del espejo y de autobalance, indican una menor concordancia. Pero según Bland y Altman una alta correlación no significa una adecuada concordancia entre métodos; por lo que han introducido un enfoque alternativo al uso de coeficientes de correlación, basados en técnicas gráficas y cálculos simples, para comparar las técnicas de medición. Según el método de registro de las fotografías de perfil (espejo, autobalance, y autobalance más espejo) produjeron resultados consistentes, donde se obtuvo que aproximadamente el 95% de las diferencias de las medias cayeron dentro de los límites de concordancia; esto permite valorarla gráficamente de forma sencilla.

VII. CONCLUSIONES

- Se ha probado la existencia de un alto grado de reproducibilidad de la PNC con los 3 métodos de registro fotográfico investigados.
- De los 3 métodos investigados, el método del espejo es el más reproducible y el método de autobalance el menos, a corto tiempo pero sin una diferencia estadísticamente significativa.
- El método de autobalance más espejo es el más reproducible a mediano tiempo y el método del espejo el menos, pero sin una diferencia estadísticamente significativa.
- Aunque que los métodos asistidos por un espejo (espejo y autobalance más espejo) mejoran la fiabilidad del método, no presentaron mejores resultados de validez que el método de autobalance.
- Para evaluar la reproducibilidad, el coeficiente de reproducibilidad y su correspondiente representación gráfica fueron los más apropiados. Esto proporciona un intervalo suficientemente amplio (95%) para permitir una evaluación clínica del método en comparación con el coeficiente de Dahlberg, que representa un intervalo del 52%.
- Para evaluar la concordancia entre dos métodos, el enfoque de límites de acuerdo de Bland y Altman fue el más apropiado porque, a diferencia de Dahlberg y los coeficientes de reproducibilidad, incorpora correctamente el sesgo sistemático entre los métodos.
- La concordancia entre los métodos de registro fotográfico de la PNC fueron buenos según Bland y Altman.

VIII. RECOMENDACIONES

- En el presente estudio se observó diferencias estadísticamente significativas en la media del ángulo entre la línea E y VV con respecto al género; por lo que se recomendaría realizar estudios donde se incluyan variables que puedan estar afectando y ver su comportamiento.
- Desarrollar estudios longitudinales para observar los cambios en la reproducibilidad a través de tiempos más largos (1 mes, 6 meses, 12 meses).
- Realizar estudios de concordancia entre Fotografías y Radiografías registradas en PNC.
- Realizar estudios de la PNC considerando patrones braquifaciales y dolicofaciales.
- Realizar estudios de la PNC considerando también la relación esquelética I, II y III.

IX. BIBLIOGRAFÍA

X.

1. Latif VB, Keshavaraj, Rai R, Hedge G, Shajahan S. Assessment of antero-posterior skeletal and soft tissue relationships of adult indian subjects in natural head position and centric relation. *Journal of International Oral Health* 2015; 7(3):1-7
2. Rodriguez Ramírez T. Estudio clínico de la posición natural de la cabeza mediante análisis fotométrico del perfil facial. [Tesis doctoral]. Madrid. Universidad Complutense de Madrid; 2013.
3. Shetty D, Bagga D, Goyal S, Sharma P. A cephalometric study of various horizontal reference planes in natural head position. *The Journal of Indian Orthodontic Society*, 2013; 47(3):143-147.
4. Khan AR, Rajesh RN, Dinesh MR, Sanjay N, Girish KS, Venkataraghavan K. Comparison of reproducibility of natural head position using two methods. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2012; 13(1):31-39.
5. Pie de Hierro V, Urizar M, Bravo L, Bilbao J, Viñas M. Análisis de la variabilidad y coincidencia diagnóstica de los planos Sella-Nasion y de Frankfurt respecto a la horizontal verdadera en posición natural de la cabeza. *Ortod Esp*. 2012; 52(3-4):92-98.
6. Pie de Hierro V, Urizar M, Bravo L, Bilbao J. Consideraciones de la reproducibilidad de posición natural de la cabeza utilizando diferentes métodos. *Ortod Esp*. 2012; 52(3-4):99-107.
7. Fattahi HR, Torkan S, Pakshir HR, Darabi L. Does the time of day affect natural head position or it is reproducibility? *Journal of Dentistry*, Tehran University of Medical Sciences. 2012; 9(4):249.255.

8. Barbera A, Sampson W, Townsend G. An evaluation of head position and craniofacial reference line variation. *Journal of Comparative Human Biology*. 2008; 60 (2009):1–28.
9. Bister D, Edler RJ, Tom BD, Prevost AT. Natural head posture--considerations of reproducibility. *Eur J Orthod* 2002; 24(5):457-70.
10. Peng L, Cooke MS. Fifteen-year reproducibility of natural head posture: A longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116(1):82-5.
11. Lundström A, Lundström F, Le Bret LM, Moorrees CF. Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research. *Eur J Orthod* 1995; 17(2):111-20.
12. Huggare J. A natural head position technique for radiographic cephalometry. *Dentomaxillofac. Radiol.* 1993; 22:74-76.
13. Lundström A, Forsberg CM, Peck S, McWilliam J. A proportional analysis of the soft tissue facial profile in young adults with normal occlusion. *Angle Orthod* 1992; 62(2):127-33; discussion 133-4.
14. Cooke MS. Five-year reproducibility of natural head posture: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990; 97(6):489-94.
15. Cooke MS, Wei SH. The reproducibility of natural head posture: a methodological study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 93(4):280-8.
16. Cole SC. Natural head position posture and prognathism: the Champan Priza Essay, 1986. *Br J Orthod.* 1988; 15(4):227-39.
17. Sandham A. Repeatability of head posture recordings from lateral cephalometric radiographs. *Br J Orthod.* 1988; 15:157-62.
18. Siersbaek-Nielsen S, Solow B. Intra- and interexaminer variability in head posture recorded by dental auxiliaries. *Am J Orthod* 1982; 82(1):50-7.
19. Solow B, Tallgren A. Natural head position in standing subjects. *Acta Odontol Scand* 1971; 29(5):591-607.

20. Moorrees CF, Kean MR. Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs. *Am J Phys Anthropol* 1958; 16:213-34.
21. Bjerrin, R. A comparison between the Frankfurt Horizontal and the Sella turcica-Nasion as reference planes in cephalometric analysis. *Acta Odontol Scand* 1957; 15:1-3.
22. Broca M. 1862. Sur les projections de la tête, et sur un nouveau procédé de céphalométrie. Cited in: Moorrees Cf, Kean MR, Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs, *Am J Phys Anthropol* 1958; 16:213-34.
23. Von Baer KE, Wganer R. Bericht über die Zusammenkunft einiger Anthropologen im September 1861 Göttingen zum Zwecke gemeinsamer Besprechungen. Cited in: Krogman, WM. Craniometry and cephalometry as research tools in growth of head and face, *Am J Orthod* 1951; 37(6):406-11.
24. Molhave A. 1958. A biostatistic investigation: the standing posture of man theoretically and statistically illustrated. Cited in: Solow and Tallgren 1971, Natural head position in standing subjects. *Acta Odontol Scand* 1958; 29 (5):591-607.
25. Rocabado M. Análisis biomecánico cráneo cervical a través de una telerradiografía lateral. *Rev Chil Ortod* 1984; 1:42-52.
26. Loreille JP. Determination de la position "habituelle" de la tête par clinomètre enregistreur. Thesis Académie de Paris, Université Paris VI 1975.
27. Schmidt E. Die Horizontalebene des menschlichen Schädels. *Archiv f Anthropologie* 1876; 9:25-60.
28. Von Ihering H. 1872. Über das Wesen der Prognathie und ihr Verhältnis zur Schadelbasis. Cited in Bjerrin, R. A comparison between the Frankfurt

- Horizontal and the sella turcica-nasion as reference planes in cephalometric analysis, *Acta Odontol Scand* 1957; 15:1-13.
29. Halazonetis DJ. Estimated natural head position and facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121(4):364-8.
30. Luthy A. 1912. Die vertikale Gesichtsprofilierung und das Problem der Schadelhorizontalen. Cited in Moorrees, C. F., Kean, M. R, Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs, *Am J Phys Anthropol* 1958; 16:213-234.
31. Downs WB. Analysis of the dentofacial profile. *Angle Orthod* 1956; 26(4):191-212.
32. Showfety KJ, Vig PS, Matteson S. A simple method for taking natural-headposition cephalograms. *Am J Orthod* 1983; 83(6):495-500.
33. Preston CB, Evans WG, Todres JI. The relationship between ortho head posture and head posture measured during walking. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111(3):283-7.
34. International Standards Organization 1994 (ISO 5725). Trueness and precision of test methods. Part 1. British Standards Institution, 2000; p. 3.
35. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. London: Allen & Unwin 1940, pp. 90-6.
36. Björk A. Cranial base development. A follow-up x-ray study of the individual variation in growth occurring between the ages of 12 and 20 years and its relation to brain case and face development. *Am J Orthod* 1955; 41(3):198-225.
37. Björk A. The relationship of the jaws to the upper cranium. Cited in Lundstrom, A., editor. *Introduction to orthodontics* 1960:104-140.
38. Brodie AG. Emerging concepts of facial growth. *Angle Orthod* 1971; 41(2):103-18.

39. Bench R. Growth of the cervical vertebrae as related to the tongue, face and denture behaviour. *Am J Orthod* 1963; 49:183-214.
40. Solow B, Tallgren A. Head posture and craniofacial morphology. *Am J Phys Anthropol* 1976; 44(3):417-35.
41. Solow B, Tallgren A. Dentoalveolar morphology in relation to craniocervical posture. *Angle Orthod* 1977; 47(3):157-64.
42. Ahangar M, Kachoei A. Effect of chin position on natural head orientation reproducibility. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011; 1; 16 (3):317-22.
43. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Tartaglia G. Craniofacial morphometry by photographic evaluations. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 103:327-37.
44. Fjellvang H, Solow B. Craniocervical postural relations and craniofacial morphology in 30 blind subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986; 90(4):327-34.
45. Scougall R, Contreras R, Kubodera T. Normas cefalométricas en posición natural de la cabeza para pacientes adultos. *Rev Esp Ortod* 2008; 38:25-31.
46. Cuccia AM, Lotti M, Caradonna D. Oral breathing and head posture. *Angle Orthod* 2008; 78:77-82.
47. Malkoc S, Usumez S, Nur M, Donaghy CE. Reproducibility of airway dimensions and tongue and hyoid positions on lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2005; 128:513-6.
48. Solow B, Skov S, Ovesen J, Norup PW, Windschiodtz G. Airway dimensions and head posture in obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 1996; 18:571-9.
49. Palomo J, Wolf G, Hans M. Use of digital photography in the case Orthodontic clinic. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126: 381-5.
50. Samawi Shadi. Clinical digital photography in orthodontics: professional photographic records in daily practice. *JDJ* 2012; 18: 20-32.

51. Sandler J, Murray A; Digital Photography in Orthodontics. Journal of Orthodontics, 2001, 28:197-201
52. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for Assessment agreement between two methods of clinical measurement. The Lancet. 1986;2:307-10.

XI.ANEXOS

.ANEXO N°1: Consentimiento informado para la investigación

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo..... de..... años de edad de.....
año de estudio de pregrado de la Facultad de Odontología de la UNMSM con
DNI.....

Por lo presente doy autorización para el uso de mi fotografía extraoral de perfil para la realización de la investigación **“Grado de reproducibilidad de la posición natural de la cabeza en fotografías de perfil utilizando tres métodos de registro”** a realizarse por el Bachiller Alvaro Gabriel Chacón Montalván. Así mismo doy los permisos respectivos para una futura publicación en alguna revista de impacto dentro del campo de la Odontología. La investigación tiene las siguientes características:

- El objetivo del estudio es determinar el grado de reproducibilidad de la Posición Natural de la Cabeza en fotografías de perfil de los estudiantes de la Facultad de Odontología de Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- El estudio tendrá una duración de 1 mes donde se realizará 4 series fotográficas: dos en el primer día, la tercera a la semana y la cuarta a las 2 semanas.

Firma

ANEXO N°2: Fotografías del equipamiento para el trabajo de investigación



Foto 1: Pantalla blanca, plomada, plantilla y espejo



Foto 2: Cámara réflex, objetivo macro, ring flash y nivel de fluido.

ANEXO N°3: Pruebas de normalidad multivariada del ángulo entre línea E y VV para cada método como para el total.

Test de normalidad multivariada de Royston para las mediciones en total

```
Royston's Multivariate Normality Test
-----
data : datos[, 10:13]

H      : 0.7430942
p-value : 0.5881851

Result : Data are multivariate normal.
-----
```

Test de normalidad multivariada de Royston para las mediciones con cada método de registro fotográfico

Royston's Multivariate Normality Test	Royston's Multivariate Normality Test
-----	-----
data : datos[, 2:5]	data : datos[, 6:9]
H : 0.7358353	H : 1.078042
p-value : 0.5794017	p-value : 0.5607962
Result : Data are multivariate normal.	Result : Data are multivariate normal.
-----	-----

```
Royston's Multivariate Normality Test
-----
data : datos[, 2:13]

H      : 1.934338
p-value : 0.7316473

Result : Data are multivariate normal.
-----
```

Superior izquierda: Método del espejo. Superior Derecha: Método de Autobalance. Inferior: Método de Autobalance más Espejo.

ANEXO N°4: Gráficos de normalidad multivariada del ángulo entre línea E y VV para cada método como para el total.

Gráfico de normalidad multivariada de Royston para las mediciones en total

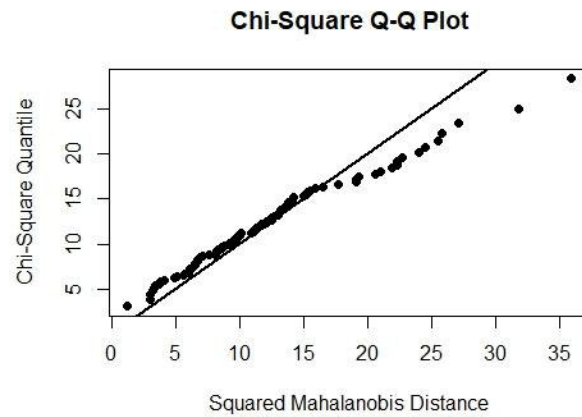
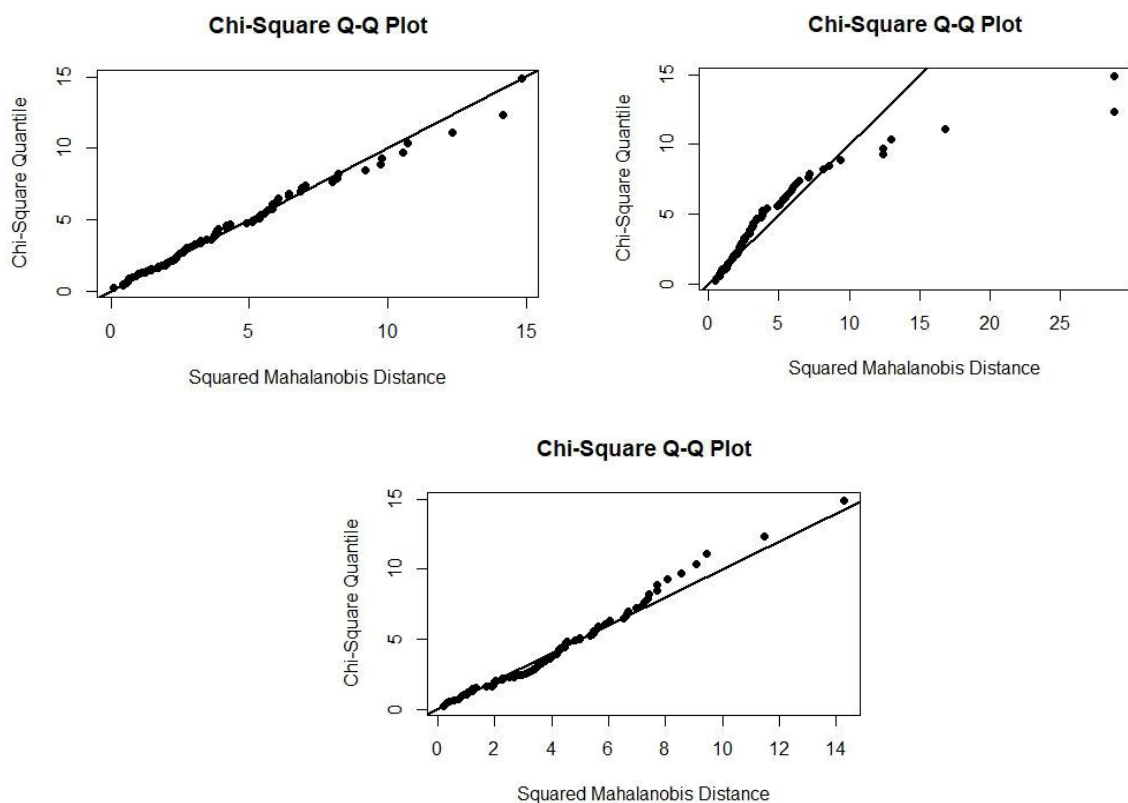


Gráfico de normalidad multivariada de Royston para las mediciones con cada método de registro fotográfico



Superior izquierda: Método del espejo. Superior Derecha: Método de Autobalance. Inferior: Método de Autobalance más Espejo.

ANEXO N°5: Test de varianzas y test t pareado para el error intraindividual.

Test de varianzas para el error intraindividual

```
F test to compare two variances

data:  dat_t2$V1 and dat_t2$V2
F = 1.0206, num df = 49, denom df = 49, p-value = 0.9433
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.5791839 1.7985447
sample estimates:
ratio of variances
      1.020631
```

Test t pareado para el error intraindividual

```
Paired t-test

data:  dat_t2$V1 and dat_t2$V2
t = 1.5291, df = 49, p-value = 0.1327
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.01973408  0.14533408
sample estimates:
mean of the differences
      0.0628
```

ANEXO N°6: Test t de medias para el ángulo entre la línea E y VV.

Test t de medias para el ángulo línea E / VV

```
Welch Two Sample t-test

data: x and y
t = 9.2929, df = 841.94, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 1.853139 2.845568
sample estimates:
mean of x mean of y
 18.23429 15.88494
```